



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**TAM OLGUNLAŞMADAN HASAT EDİLEN
BUĞDAY UNU İLE ZENGİNLEŞTİRİLEN
YOĞURDUN PROBİYOTİK VE PREBİYOTİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Çiğdem KONAK GÖKTEPE

DOKTORA TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Haziran-2017
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Çiğdem KONAK GÖKTEPE tarafından hazırlanan “Tam Olgunlaşmadan Hasat Edilen Buğday Unu ile Zenginleştirilen Yoğurdun Probiyotik ve Prebiyotik Özelliklerinin Belirlenmesi” adlı tez çalışması 09/06/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Ayşe GÜRSOY

Danışman

Prof. Dr. Nihat AKIN

Üye

Prof.Dr. M. Musa ÖZCAN

Üye

Doç.Dr. Cemallettin SARIÇOBAN

Üye

Yrd.Doç. Dr. Durmuş SERT

İmza






Yukarıdaki sonucu onaylarım.


Prof. Dr. Mustafa YILMAZ
FBE Müdürü

Bu tez çalışması S. Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 14101005 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.


Çiğdem KONAK GÖKTEPE
Tarih:09/06/2017

ÖZET

DOKTORA TEZİ

TAM OLGUNLAŞMADAN HASAT EDİLEN BUĞDAY UNU İLE ZENGİNLEŞTİRİLEN YOĞURDUN PROBİYOTİK VE PREBİYOTİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Çiğdem KONAK GÖKTEPE

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nihat AKIN

2017, 176 Sayfa

Jüri

(Danışman) Prof. Dr. Nihat AKIN

Prof. Dr. Ayşe GÜRSOY

Prof. Dr. M. Musa ÖZCAN

Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

Yrd. Doç. Dr. Durmuş SERT

Bu çalışmada, olgunlaşma öncesi süt olum ve sarı olum safhalarında hasat edilen *Triticum durum* buğdayının Soylu Makarnalık Buğday çeşidi tam un şeklinde öğütüldükten sonra, 4 farklı oranda (%0, 1, 2, 3) yoğurt sütüne ilave edilerek örnekler hazırlanmış ve 28 gün boyunca +4°C'de depolanmıştır. Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un (SUBU) ve sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un (SABU) ile zenginleştirilen yoğurtların fiziksel, kimyasal, besinsel, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri araştırılmıştır. Süt olum ve sarı olum safhalarında hasat edilen buğdaylarda olgunlaşma süreci ilerledikçe kül, protein, toplam antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, toplam fuktan, mineral madde, fitik asit ve fitat fosforu miktarlarının azaldığı tespit edilmiştir. Buna karşın ilerleyen olgunlaşma sürecinde tanede nişasta miktarı artış göstermiştir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerinde kontrol yoğurtlara kıyasla inkübasyon daha kısa sürede tamamlanmıştır. SUBU ve SABU katkı oranları arttıkça yoğurt örneklerinde kurumadde, kül, protein, mineral madde, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, fitik asit, fitat fosforu, nişasta ve toplam fuktan miktarlarını artırmıştır. SUBU ve SABU ile katkı oranlarına bağlı yoğurt örneklerinin yağ miktarları azalmıştır. SUBU ile zenginleştirilen yoğurtlarda %2 katkı oranında en yüksek asitlik değeri belirlenmiştir. Depolama süreci ilerledikçe yoğurt örneklerinin asitlik değerleri artış göstermiştir. Yoğurt örneklerini zenginleştirme, sinerezisi azaltırken, su tutma kapasitesini artırmıştır. %3 oranında SABU ile zenginleştirilen yoğurtlarda en yüksek su tutma kapasitesi belirlenmiştir. Yoğurdun karakteristik aroma maddesi olan asetaldehit miktarı SUBU ile zenginleştirilen yoğurtlarda daha yüksek miktarda belirlenmiştir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinde son üründe tahılımsı tat ve kokuya neden olan izobütül 2-metilvalerat belirlenmiştir. Bu ester, katkı oranına bağlı olarak artmaktadır. Katkı çeşidinin sertlik, yapışkanlık ve viskozite indeksi değerlerinde etkisi olmazken, katkı oranının artmasına bağlı olarak tekstür profilinde belirlenen tüm parametrelerde önemli artışlar gözlenmiştir. SUBU ve SABU ile katkı oranı arttıkça yoğurt örneklerinde yeşillik, sarılık ve chroma değerleri artmış, buna karşın parlaklık ve hue değerleri azalmıştır. SUBU ilavesi ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde, *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının SABU ilave edilenlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yoğurt örneklerine SUBU ve SABU katkı oranı arttıkça tüketici beğenisi azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan aktivite, aroma, fruktooligosakkarit, mikrobiyoloji, tam olgunlaşmamış buğday, tekstür, yoğurt.

ABSTRACT

Ph. D THESIS

DETERMINATION OF PROBIOTIC AND PREBIOTIC PROPERTIES OF YOGHURT FORTIFIED BY USING IMMATURE WHEAT GRAIN FLOUR

Çiğdem KONAK GÖKTEPE

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

Advisor: Prof. Dr. Nihat AKIN

2017, 176 Pages

Jury

(Advisor) Prof. Dr. Nihat AKIN

Prof. Dr. Ayşe GÜRSOY

Prof. Dr. M. Musa ÖZCAN

Assoc. Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

Asst. Prof. Dr. Durmuş SERT

In this study, samples have been prepared by adding 4 different ratios (%0, 1, 2, 3) of whole meal “Soylu Makarnalık Buğday” variety of *Triticum durum* wheat harvested at milk and dough development stages to yoghurt milk and stored at +4 °C during 28 days. Physical, chemical, nutritional, microbiological and organoleptic properties of yoghurts enriched with whole meal obtained from wheat harvested at milky (MSGF) and dough development (DSGF) stages have been examined. As the ripening progresses in the wheat harvested in the stages of milk and dough development, it has been observed that amounts of ash, protein, total antioxidant activity, total phenolic content, total fructan, mineral content, phytic acid and phytate phosphorus are decreased. However, the amount of starch in the grain has increased during the progressive ripening process. In these enriched yoghurt samples, incubation has been completed in a shorter time compared to control samples. The amounts of dry matter, ash, protein, mineral content, total phenolic content, antioxidant activity, phytic acid, phytate phosphorus, starch and total fructan amounts have increased with increasing concentration of MSGF and DSGF additives in yoghurt samples. Fat content of yoghurt samples has decreased inversely proportional to the concentration of MSGF and DSGF. The highest acidity value was determined at the samples with %2 MSGF. The acidity of yoghurt samples has increased as storage time went by. The enrichment process has increased water holding capacity of yoghurt while reducing syneresis. The highest water holding capacity was determined at the samples with %3 DSGF. The amount of acetaldehyde, which is a characteristic aroma substance of yoghurt, happened to be higher at samples enriched with MSGF. In yoghurt samples enriched with MSGF and DSGF, isobutyl 2-methylvalerate, which causes grainy flavour in the end product, was determined. This ester has increased directly proportional to the additive concentration. While the hardness, stickiness and viscosity index values were not affected by the additive variety, significant increases were observed in all the parameters determined in the textural profile with increasing additive concentration. As the concentration of MSGF and DSGF increased, greenness, yellowness and chroma values have increased while brightness and hue values decreased. MSGF enriched samples have a higher numbers of *S. thermophilus* and *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* than DSGF. As the concentration of MSGF and DSGF increased, the consumer preference has decreased.

Keywords: Antioxidant activity, aroma, fructooligosaccharide, microbiology, immature wheat grain, textur, yoghurt.

ÖNSÖZ

Bu araştırmanın planlama, yürütme ve değerlendirme aşamalarında bilgi, tecrübe ve tavsiyeleriyle bana ışık tutan ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım değerli hocam Prof. Dr. Nihat AKIN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında yardım ve desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN, Yrd. Doç. Dr. Durmuş SERT ve tez çalışmamda kullandığım Soylu Makarnalık Buğday çeşidinin teminindeki yardımlarından dolayı Prof. Dr. Süleyman SOYLU hocalarıma çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam sırasında laboratuvar çalışmalarında desteğini esirgemeyen fedakâr arkadaşım Öğr. Gör. Aysun Oraç'a, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü imkân ve olanaklarından yararlanmamı sağlayan, bilgi ve tecrübeleriyle destek olan Yrd. Doç. Dr. Ali Oğuz Büyükkileci'ye, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi imkân ve olanaklarından faydalanmama yardımcı olan Prof. Dr. Celalettin Koçak'a ve asistan arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Bu zamana kadar maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen canım anneme, babam Prof. Dr. Mustafa Konak'a ve kardeşlerime şükranlarımı sunarım. Ayrıca tez çalışmalarım sırasında büyük sabır ve fedakârlık gösteren, desteğini ve sevgisini eksik etmeyen sevgili eşime tüm kalbimle teşekkür ederim.

Bu araştırmanın gerçekleştirilmesinde maddi destek sağlayan Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü yetkililerine ayrıca teşekkür ederim.

Çiğdem KONAK GÖKTEPE
KONYA-2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Hasat Öncesi Olgunlaşma Sırasında Buğday Tanesinde Meydana Gelen Değişimler	19
2.2. Farklı Olgunlaşma Safhalarında Hasat Edilen Buğdaylarla İlgili Yapılan Çalışmalar	23
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	25
3.1. Materyal	25
3.2. Yöntem.....	26
3.2.1. Deneme Planı.....	26
3.2.2. İki farklı olgunlaşma safhasında hasat edilen buğdaylardan tam buğday ununun üretimi	26
3.2.3. Yoğurt örneklerinin üretimi.....	26
3.2.4. Hammaddeye yapılan analizler.....	27
3.2.4.1. Çiğ sütte yapılan analizler	27
3.2.4.1.1. Kurumadde tayini	27
3.2.4.1.2. Yağ tayini.....	27
3.2.4.1.3. Protein tayini	27
3.2.4.1.4. Kül tayini	27
3.2.4.1.5. pH tayini.....	27
3.2.4.1.6. Titrasyon asitliği tayini	28
3.2.4.2. Buğday unlarına yapılan analizler.....	28
3.2.4.2.1. Kurumadde tayini	28
3.2.4.2.2. Protein tayini	28
3.2.4.2.3. Kül tayini	28
3.2.4.2.4. Mineral madde tayini.....	28
3.2.4.2.5. Fitat fosforu ve fitik asit tayini.....	29
3.2.4.2.6. Nişasta miktarı tayini.....	29
3.2.4.2.7. Toplam fenolik madde tayini.....	29
3.2.4.2.8. Toplam antioksidan aktivite tayini	30
3.2.4.2.9. Renk tayini	33
3.2.4.2.10. Aroma ve uçucu bileşenlerin belirlenmesi.....	33
3.2.4.2.11. Fruktooligosakkarit tayini.....	34
3.2.5. Fermentasyon Kinetiğinin Takibi	36
3.2.6. Yoğurt örneklerine yapılan analizler.....	36

3.2.6.1. Kurumadde tayini.....	36
3.2.6.2. Kül tayini	37
3.2.6.3. Protein tayini.....	37
3.2.6.4. Yağ tayini.....	37
3.2.6.5. Mineral madde tayini.....	37
3.2.6.6. pH tayini	37
3.2.6.7. Titrasyon asitliği tayini.....	37
3.2.6.8. Sinerezis.....	38
3.2.6.9. Su tutma kapasitesi.....	38
3.2.6.10. Su aktivitesi tayini.....	38
3.2.6.11. Toplam fenolik madde tayini	38
3.2.6.12. Toplam antioksidan aktivite.....	39
3.2.6.12.1. DPPH serbest radikalleri süpürme kapasitesi ile antioksidan aktivite tayini	39
3.2.6.12.2. ABTS ⁺ serbest radikal süpürme yöntemi ile antioksidan aktivite tayini.....	39
3.2.6.13. Fitat fosforu ve fitik asit tayini.....	39
3.2.6.14. Nişasta miktarı tayini.....	39
3.2.6.15. Tekstür profil analizi	40
3.2.6.16. Aroma ve uçucu bileşenlerin belirlenmesi	40
3.2.6.17. Toplam fruktan miktarı (FOS) tayini	40
3.2.6.18. Renk tayini	41
3.2.6.19. Mikrobiyolojik analizler	41
3.2.6.20. Duyusal analizler.....	41
3.2.6.21. Raf ömrü	42
3.2.7. İstatistikî analizler	42
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	43
4.1. Hammadde Analiz Sonuçları	43
4.1.1. Yoğurt sütüne yapılan analiz sonuçları ve tartışma	43
4.1.2. Tam olgunlaşmamış buğdaylardan elde edilen unlarda yapılan analiz sonuçları ve tartışma	44
4.2. Fermentasyon Kinetiğinin Takibi ve Tartışma.....	49
4.3. Yoğurt Örneklerine Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve Tartışma	53
4.3.1. Kurumadde sonuçları ve tartışma	53
4.3.2. Kül sonuçları ve tartışma.....	56
4.3.3. Protein sonuçları ve tartışma	57
4.3.4. Yağ sonuçları ve tartışma	59
4.3.5. Mineral madde sonuçları ve tartışma	60
4.3.6. pH sonuçları ve tartışma.....	66
4.3.7. Titrasyon asitliği sonuçları ve tartışma	70
4.3.8. Sinerezis sonuçları ve tartışma	72
4.3.9. Su tutma kapasitesi sonuçları ve tartışma	74
4.3.10. Su aktivitesi sonuçları ve tartışma	75
4.3.11. Toplam fenolik madde sonuçları ve tartışma	76
4.3.12. Toplam antioksidan aktivite sonuçları ve tartışma	78
4.3.12.1. DPPH serbest radikalleri süpürme kapasitesi ile antioksidan aktivite değerleri	78

4.3.12.2. ABTS ⁺ serbest radikal süpürme yöntemi ile antioksidan aktivite değerleri	79
4.3.13. Fitat fosforu ve fitik asit sonuçları ve tartışma	82
4.3.14. Nişasta sonuçları ve tartışma	86
4.3.15. Tekstür profili analizi sonuçları ve tartışma	89
4.3.15.1. Sertlik	89
4.3.15.2. Kıvam	92
4.3.15.3. Yapışkanlık	95
4.3.15.4. Viskozite indeksi	96
4.3.16. Aroma ve uçucu bileşen sonuçları ve tartışma	97
4.3.17. Toplam fruktan (FOS) sonuçları ve tartışma	104
4.3.18. Renk sonuçları ve tartışma	109
4.3.18.1. Parlaklık (L^*)	109
4.3.18.2. Yeşillik (a^*)	112
4.3.18.3. Sarılık (b^*)	113
4.3.18.4. Hue (h°)	113
4.3.18.5. Chroma (C^*)	115
4.3.19. Mikrobiyolojik analiz sonuçları ve tartışma	116
4.3.20. Duyusal analiz sonuçları ve tartışma	122
4.3.20.1. Görünüş	122
4.3.20.2. Kıvam (Kaşıkla)	125
4.3.20.3. Kıvam (Ağızla)	126
4.3.20.4. Koku	127
4.3.20.5. Tat	128
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	132
5.1. Sonuçlar	132
5.2. Öneriler	137
KAYNAKLAR	138
EKLER	161
ÖZGEÇMİŞ	165

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

a^* : [(+60) kırmızı, (-60) yeşil] renk değeri

b^* : [(+60) sarı, (-60) mavi] renk değeri

C^* : Chroma değeri

Ca: Kalsiyum

Cu: Bakır

dk: Dakika

Fe: Demir

g: Gram

g.sn: Gram.saniye

h° : Hue değeri

K: Potasyum

kg: Kilogram

kob: Koloni oluşturma birimi

L^* : [(0) siyah-(100) beyaz] renk değeri

l: Litre

mg: Miligram

Mg: Magnezyum

ml: Mililitre

mM: Mili molar

Mn: Mangan

nm:Nanometre

P: Fosfor

Zn: Çinko

μ g: Mikrogram

Kısaltmalar

SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

FOS: Fruktoolugosakkarit

1. GİRİŞ

Çağımızda yaşam koşullarının değişmesi, insanların diyetlerinin nitelikleri ve sağlık üzerindeki etkileri hakkında bilinçlenmeleri, beslenme ve fonksiyonel gıdalara yönelmesine neden olmuştur. Bu bağlamda hem beslenme değeri yüksek hem de sağlığa olumlu etkileri bulunan gıdaların tüketimine ve üretimine karşı ilgi artmıştır.

Yüksek besin değeriyle tüm dünyada kabul gören ve insan sağlığına pozitif etkileri olan yoğurt Türkiye’de de oldukça fazla tüketilen fermente bir süt ürünüdür. Son yıllarda, fermente süt ürünlerine diyet lifi katkısı üzerine birçok çalışma yapılmıştır (Staffolo ve ark., 2004; Aportela-Palacios ve ark., 2005; Garcia-Perez ve ark., 2006; Sendra ve ark., 2008; Hashim ve ark., 2009; Sendra ve ark., 2010; Seçkin ve Baladura, 2012).

Diyet lifleri bitkilerin yenilebilir kısımlarından elde edilmekte ve ince bağırsakta sindirilmemektedir. Diyet lifleri suda çözünen ve suda çözünmeyen olarak sınıflandırılabilir. Suda çözünmeyen diyet lifleri özellikle buğday ve tahıllarda bulunan selüloz, lignin, hemiselüloz gibi hücre duvarı bileşenlerini içermektedir. Suda çözünen diyet lifleri ise bağırsaklardaki geçiş süresini azaltmakta, dışkı kapasitesini ve yumuşaklığını artırmaktadır. Bu lifler meyvelerde, tahıllarda, baklagillerde bulunabilen pektin, zank ve müsilaj gibi selülozik olmayan polisakkaritleri içermektedir (Cho ve Dreher, 2001).

En çok araştırılan bileşenlerden biri sindirilemeyen oligosakkaritler sınıfındaki fruktooligosakkaritlerdir. Fruktooligosakkaritler, gıda endüstrisinde teknolojik özellikleri (sinerezisi engelleme, viskoziteyi artırma ve kremimsi yapı gibi tekstürel özellikleri geliştirme) ve besinsel değerinden (prebiyotik etki ve kaloriyi azaltma) dolayı kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde fruktooligosakkaritler yoğurt, içecekler, bisküvi, çocuk gıdaları, dondurulmuş tatlı ve hatta yem katkısı olarak kümes hayvancılığında bile kullanılmaktadır. Fruktooligosakkaritler süt ürünlerine; şeker ve yağ ikamesi, tatlandırıcılara sinerjist etki oluşturma, yapıyı iyileştirme, köpük sabitlemesini sağlama, lif ve prebiyotik etki gibi çeşitli fonksiyonel özellikleriyle %2-10 arasında ilave edilebilmektedir (Franck, 2002). Yoğurda diyet lifi ilavesinin aynı zamanda ürün kalorisini de düşürdüğü belirtilmektedir (Nilüfer ve Boyacıoğlu, 2003).

Buğday tanelerinde çiçeklenme sonrası ikinci ve üçüncü haftalar arasında fruktooligosakkaritlerin miktarı en yüksek düzeyde bulunmaktadır. Olgunlaşmanın

devamında fruktooligosakkarit miktarının hızla azaldığı rapor edilmiştir. (Mujoo ve Ng, 2003).

Bu tez çalışmasında, tam olgunlaşmadan iki farklı safhada (süt olum ve sarı olum safhaları) hasat edilmiş buğdaylardan elde edilen unlar kullanılarak zenginleştirilen yoğurtların fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklerine etkileri ve bu örneklerde depolama süresince oluşan değişiklikler araştırılmıştır.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Önemli bir fermente süt ürünü olan yoğurt Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre 'Fermentasyonda spesifik olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un simbiyotik kültürlerinin kullanıldığı fermente süt ürünüdür' şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim, 2009a).

Yoğurt fermente süt ürünleri arasında eskiden beri en çok tanınan ve sevilerek tüketilen bir mamuldür. Fermente süt ürünlerinin üretiminin temel amacı oda sıcaklığında hızlı bir şekilde bozulan değerli bir gıda olan sütün raf ömrünü uzatmaktır. Yoğurt ve fermente süt ürünleri dünyanın bazı bölgelerinde oldukça popülerdir. Bu bölgeler özellikle Akdeniz kıyıları, Orta, Güney ve Güneydoğu Asya, Orta ve Doğu Avrupa ve İskandinav ülkeleridir. Yoğurdun ilk olarak nerede üretildiğine dair çok değişik bilgiler bulunsa da, en az 1000 yıl önce Türklerin yaşadığı yerlerde yoğurt ürettiği 'Divanı Lugat-ı Türk' ve 'Kutadgu Bilig' gibi bazı eserlerde açıklamalar bulunmaktadır (Akın, 2006).

Türkiye'de inek sütü üretimi 2016 yılında toplam 18 milyon 654 bin 862 ton iken yoğurt üretimi 1 milyon 173 bin 577 ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2016). Yoğurt karbonhidrat (laktoz), protein (kazein), yağ, vitamin (B vitaminleri) ve minerallerin (kalsiyum ve fosfor) zengin bir kaynağıdır. Ayrıca yoğurt; süt proteinleri, karbonhidratları ve yağların fermentasyon sırasında hidrolizinden dolayı kolay sindirilebilir bir süt ürünüdür. Yoğurt içerdiği laktik asit bakterileri sayesinde gastrointestinal fonksiyonlar ve bazı hastalıklar (laktoz intolerans, diare, kolon kanseri ve bağırsak hastalıkları) üzerinde sağlığı koruyucu veya tıropatik etkilere sahiptir (Adolfsson ve ark., 2004; Mckinley, 2005). Yoğurt, içerdiği yüksek kalitede proteinler, sindirilebilir karbonhidratlar, kalsiyum, magnezyum, fosfor ve B12 vitamini gibi çeşitli makro- ve mikro besin bileşenleri ile (Webb ve ark., 2014) kas kütlesinin büyümesine ve korunmasına katkıda bulunmaktadır (Bos ve ark., 2000). Üstelik yoğurt ve süt ürünleri diğer gıdalarla kıyaslandığında bir yetişkin diyetinde kilokalori başına daha fazla kalsiyum ve fosfor içermektedir (Heaney ve ark., 2000). Bu mineraller, kemiklerin yapısal bütünlüğü ve gelişimi için gereklidir. Fermentasyon sürecinde laktik asit bakterilerinin bağışıklık, sindirim, kardiyovasküler ve sinir sistemleri üzerinde faydalı etkileri olduğuna inanılan biyoaktif peptitlerin oluşmasına yol açtığı bilinmektedir (Farnworth, 2003; Beermann ve Hartung, 2013). Tip 2 diyabet riskini ve kilo alımını azaltması da yoğurdun sağlık açısından diğer faydaları arasındadır (Chen ve

ark., 2014; O'Connor ve ark., 2014; Diaz-Lopez ve ark., 2015). Yoğurt ve laktik asit bakteri türleri kabızlık, ishal, enflamatuar bağırsak hastalığı, *Helicobacter pylori* enfeksiyonu ve kolon kanseri gibi sindirim sistemi hastalıkları üzerinde de umut verici pozitif sağlık etkileri gösterdiği yapılan araştırmalarda belirtilmiştir (Adolfsson ve ark., 2004; Parvez ve ark., 2006).

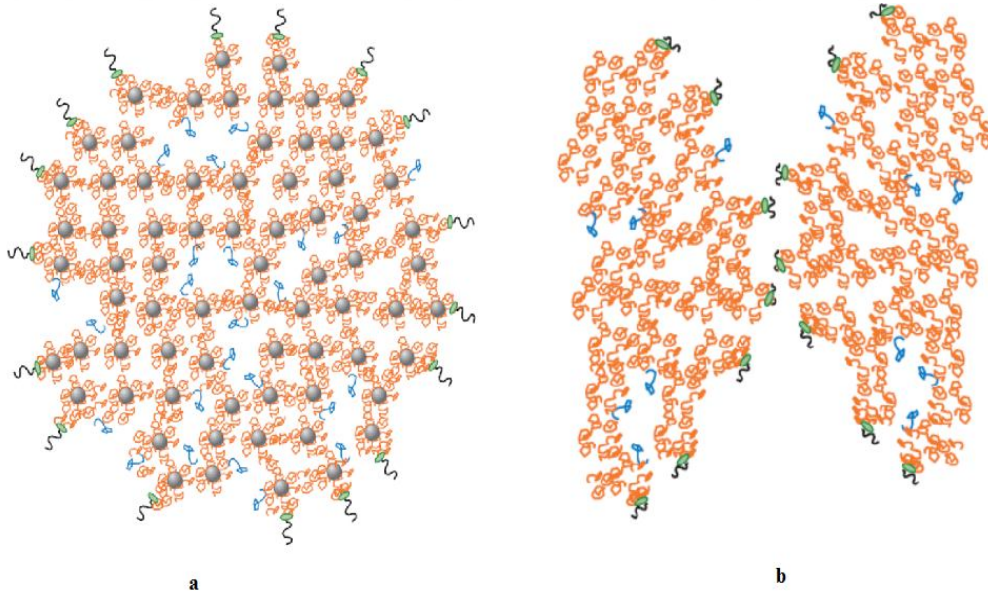
Yoğurt bakterileri; *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un doğal β -galaktosidaz aktivitesinin laktoz intolerans bireylerde gözlemlenen semptomların azaltılmasında önemli rolü bulunmaktadır. Laktoz intoleransı, diyare, bulantı, şişkinlik, mide gurultusu ve karın ağrısı gibi çeşitli belirtilerin ortaya çıkmasıyla tanımlanan, laktazın veya diğer adıyla β -galaktosidazın eksikliği nedeniyle bağırsak tarafından laktoz emiliminin bozukluğu şeklinde tanımlanmaktadır (Misselwitz ve ark., 2013). Laktaz enzimi laktozu ince bağırsakta β -galaktoz ve D-glukoza hidrolize eder. Ancak laktaz miktarının azalması veya oluşumunun bozulması laktozun kalın bağırsağa taşınmasına sebep olmaktadır. Absorbe edilmeyen laktoz bağırsak mikroflorası tarafından kısa zincirli yağ asitlerine (özellikle asetat) dönüştürülmekte ve hidrojen, metan, karbondioksit gibi gazlar üretilmektedir. Bunun sonucunda bireylerde klinik belirtiler açığa çıkmaktadır. β -galaktosidaz eksikliği doğuştan laktaz eksikliği veya bağırsak hastalıklarından kaynaklansa da, esasen genetik ve etnik faktörlere bağlı olduğu bildirilmektedir (Mattar ve ark., 2012). Yoğurtta bulunan laktik asit bakterileri, fermentasyon sırasında laktozu kısmen parçalayarak sindirime hazır hale getirmektedir. Bu nedenle yoğurtta bulunan laktoz, laktozu sindiremeyen bireyler tarafından sütteki laktoza kıyasla daha iyi sindirmektedir (Kolars ve ark., 1984). Ayrıca yoğurtta bulunan laktaz aktivitesinin tamponlama kapasitesiyle korunarak mideye ulaşması laktoz intolerans bireylerde β -galaktosidaz eksikliğini telafi etmeye yardımcı olmaktadır (Savaiano, 2014). Bu nedenlerle laktozu sindiremeyen bireylerde yoğurt tüketimi süt ürünlerini tüketmeleri için iyi bir alternatiftir.

Tipik yoğurt üretim süreci, sütün özelliklerini geri dönüşümsüz biçimde değiştirir ve farklı işlem aşamalarından oluşur. İlk olarak süt yağı, krema ve yağsız süt tozu karıştırılarak istenen seviyeye standardize edilir ve daha sonra süt yağsız kurumadde içeriği 40-50 g/kg arasında bir protein konsantrasyonu elde etmek için geleneksel olarak artırılır (Sodini ve ark., 2005; Lee ve Lucey, 2010). Süt bazlı zenginleştirme yoğurdun fonksiyonel ve besinsel özelliklerini geliştiren, ayrıca duyuusal ve enstrümantal ölçümlerle belirlenen sinerezis ve zayıf jel sertliği gibi tekstürel kusurları önleyen en önemli işlem basamağıdır (Dave ve Shah, 1998; Schkoda ve ark., 2001 ; Séverin ve

Wenshui, 2005; Marafon ve ark., 2011). Yoğurda işlenecek sütün kurumaddesinin zenginleştirilmesi; ya konsantrasyon işlemi (vakum altında buharlaştırma) ve bunu müteakip membran filtrasyon işlemi (ultrafiltrasyon veya ters osmoz) ya da yağsız süt tozu, peynir altı suyu proteinleri, kazeinler ve kazeinatlar gibi süt bileşenlerinin eklenmesiyle de sağlanabilir (Tamime ve Robinson, 2007; Damin ve ark., 2009; Peng ve ark., 2009). Standardize edilen süt, 55-60 °C arasındaki sıcaklıkta ilk aşamada 10-20 MPa ikinci aşamada 5 MPa'lık basıçla iki aşamalı homojenizasyona tabi tutulur. Bu işlem, kazein ve serum proteinleri tarafından oluşan yeni yüzey katmanı ile çevrili yağ globüllerinin oluşmasını sağlar ve böylece yoğurt ürünlerinde olası yapısal bağlayıcı bileşenlerin sayısını artırır (Lee ve Lucey, 2010). Daha sonra süt genellikle 85 °C'de 30 dakika, 90-95 °C'de 5-10 dakika veya 115 °C'de 3 saniye ısıtma işlemine sahip yüksek bir ısıtma işlemine tabi tutulur. Uygulanan ısıtma işlemi jelleşmeyi başlatan serum proteinlerinin denatürasyonuna ve disülfid bağları vasıtasıyla serum proteinleri-serum proteinleri veya serum proteinleri-kazein miselleri arasında kompleks oluşumuna neden olur (Özer ve ark., 1998; Vasbinder ve ark., 2001; Lakemonda Catriona ve van Vliet, 2007 ; Lee ve Lucey, 2010; Matumoto-Pintro ve ark., 2011). Daha sonra, laktozu laktik aside dönüştüren *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'u içeren iki homofermentatif laktik asit bakterisi karışımının inokülasyonu öncesi yoğurt sütü inkübasyon sıcaklığına (40-45°C) soğutulur (Tamime ve ark., 1984; Tamime ve Robinson, 2007; Damin ve ark., 2009; Peng ve ark., 2009). *S. thermophilus*'un fermentasyon boyunca gelişimi, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un proteolitik aktivitesi ile stimüle edilir. Sütte peptitlerin ve serbest amino asitlerin düşük düzeyde bulunmasından dolayı iyi gelişemeyen *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* tarafından oluşturulan amino asitleri kullanarak fermentasyonun başlangıcında daha hızlı asitliği yükseltir. Buna karşın *S. thermophilus* üretmiş olduğu formik asit, pirüvik asit ve CO₂ ise *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un gelişimini destekler (Birolo ve ark., 2000; Oliveira ve ark., 2001; Damin ve ark., 2009). Sütün pH'sı düştüğünde (6.7'den 4.6'ya düşüş genellikle 2-6 saat sürer), kazein miselleri üzerindeki net negatif yük azalır, çözüldürülmüş kolloidal kalsiyum fosfatın oranı artar (De Brabandere ve De Baerdemaeker, 1999; Vasbinder ve de Kruif, 2003; Lee ve Lucey, 2010). Bu durum, elektrostatik itme ve yapısal stabilizasyonda azalmalarla sonuçlanır. Bu durum kazein kümeleri, zincirleri ve ipliklerinden oluşan üç boyutlu bir ağın oluşumuna yol açan kazein-kazein interaksiyonunun artmasına neden olur (Özer ve ark., 1998; Lee ve Lucey, 2010; Marafon ve ark., 2011).

Jel oluşumu, yoğurt üretiminde meydana gelen temel olgular arasındadır. Yoğurdun yapısı, *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'dan oluşan starter kültürler tarafından sütün fermentasyonu sırasında asit oluşumuna bağlı olarak pH düşüşünü takiben kazein agregasyonunun bir sonucudur. Ayrıca bu yapı κ -kazein molekülleri ile denatüre serum proteinleri arasındaki disülfid çapraz bağlarla desteklenmiştir. Yoğurt jelinin sertliği esas olarak süt proteinlerinin üç boyutlu ağının mukavemetine bağlıdır ve bu da toplam katı içeriği, kültürlerin proteolitik aktivitesi ve asidifikasyon hızı tarafından etkilenmektedir (Lee ve Lucey, 2004; 2010; Liu ve ark., 2014).

Yoğurt bakterileri karbonhidrat fermentasyonu yolu ile metabolik enerji gereksinimlerini gidermektedir. Hem *S. thermophilus* hem de *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* homofermentatif yolla laktozu metabolize etmektedir ve sonuçta ana ürün olarak laktik asit oluşmaktadır (Tamime ve Robinson, 2007). Hücre içinde gerçekleşen laktoz fermentasyonunda laktozun hücre içine alınması *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* için farklılıklar göstermektedir. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* fosfoenolpürivata (PEP) bağlı fosfotransferaz sistemine sahiptir. *S. thermophilus* membran permeaz ve hücre içi β -galaktosidaz sistemine sahiptir.



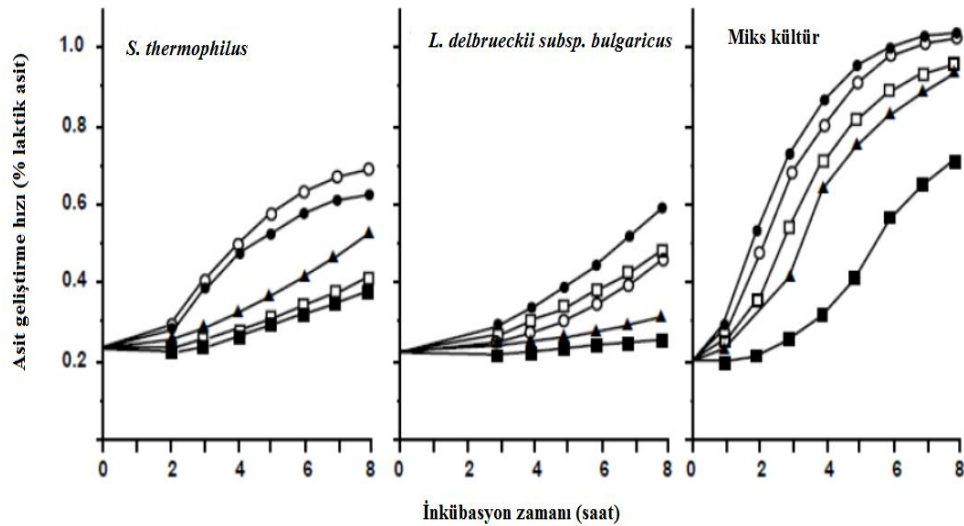
Şekil 2.1. a) Bir misel kesitinin şematik gösterimi. Kalsiyum fosfat nano kristalleri (gri küreler) α - ve β -kazeini birleştirir. Bazı β -kazeinler (mavi) hidrofobik olarak diğer kazeinlere bağlanır ve soğutulmuş olarak uzaklaştırılabilir. Para- κ -kazeinler (yeşil) ve kazeinomakropeptit zincirleri (siyah) yüzeyin en dış kısımlarında bulunur b) kalsiyum fosfatın çözündüğü ve asitlenmiş miseller (Dalgleish ve Corredig, 2012).

S. thermophilus'un sahip olduğu β -galaktosidaz enzimi laktozu glukoz ve galaktoza hidrolize etmektedir (Tinson ve ark., 1982; Thomas ve Crow, 1984; Poolman, 1990). Laktoz hidrolizasyonundan sonra Embden-Meyerhof-Parnas metabolik yolu ile glukoz pürivata ve sonrada laktik aside dönüştürülür. Bu dönüşümde heksokinaz, aldolaz, gliseraldehit-3-fosfat dehidrogenaz ve pürivat kinaz enzimleri aktivite göstermektedir. Ayrıca *S. thermophilus* pürivatı laktik asite dönüştüren laktat dehidrogenaz enzimine sahiptir (Garvie, 1978). Laktoz fermentasyonu sırasında ortamda biriken galaktozu çoğu *S. thermophilus* suşu metabolize edememektedir. Ancak yetersiz glukoz konsantrasyonunda galaktozu metabolize edebilirler ve glukozun hücre içine alınması fosfotransferaz sistemine benzer bir mekanizmayla meydana gelmektedir (Hickey ve ark., 1986). Laktoz *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un sahip olduğu β -D-galaktosidaz enzimiyle parçalanmaktadır (Tamime ve Robinson, 2007). Laktik asidin birincil işlevi süt asitliğini arttırarak kazein misellerinde yer alan kolloidal kalsiyum fosfatın çözünürlüğünü arttırmak ve sonuçta miselleri destabilize etmektir. Miseller pH 4.6-4.7 civarında presipitasyona uğrayarak jelleşmeye kadar geçen sürecin başlamasına neden olmaktadır (Fox, 1989). Aynı zamanda laktik asit yoğurttaki keskin asidik tadın oluşmasına neden olarak tat/aroma dengesinin kurulmasında rol oynamaktadır (Zourari ve ark., 1992).

L. delbrueckii subsp. *bulgaricus*, glukoz, fruktoz, galaktoz ve laktoz gibi bazı şekerleri fermente etmesinin yanında bazı suşları eksopolisakkarit de üretmektedir. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* gelişme sıcaklığı 22-60 °C arasında olmasına rağmen optimum gelişme sıcaklığı 40-50 °C'dir ve laktozdan %1.7 düzeyine kadar D(-) laktik asit üretir. *S. thermophilus* için gelişme sıcaklığı 20-50 °C arasında değişse de optimum gelişme sıcaklık istekleri 40-45 °C'dir. *S. thermophilus* glukoz, fruktoz, laktoz ve sakkarozu fermente edebilirler ve %0.7-0.8 düzeyine kadar L(+) laktik asit üretirler (Trachoo, 2002). Dolayısıyla yoğurttaki her iki laktik asit stereoizomeri de eş zamanlı olarak üretilmektedir. L(+) laktik asit genel olarak D(-) laktik asitten daha kolay metabolize edilmektedir (Gurr, 1987). Yoğurt fermentasyonunun başlangıcında (0-75 dk) *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'a oranla daha hızlı gelişim gösterirken, fermentasyonun ileri aşamalarında *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* logaritmik gelişim sürecine girmektedir (Özer ve Robinson, 1999). D(-) ve L(+) arasındaki oran yoğurdun kalite özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanılan bir parametredir. Genel olarak asidik ve keskin bir tada sahip yoğurt elde etmek için L(+)/D(-) oranının düşük olması istenir. *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp.

bulgaricus'un karışık kültür halinde kullanılması durumunda asit geliştirme hızı tek tek oluşturdukları asit geliştirme hızlarından farklıdır. *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un karışık kültür halinde kullanılması durumunda asit geliştirme hızları tek suş halinde fermentasyon hızları ile kıyaslandığında daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Tamime ve Robinson, 2007). Şekil 2.2'de tek ve miks kültür halinde kullanılan *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un inkübasyon süresince asit geliştirme hızlarına ait grafikler görülmektedir.

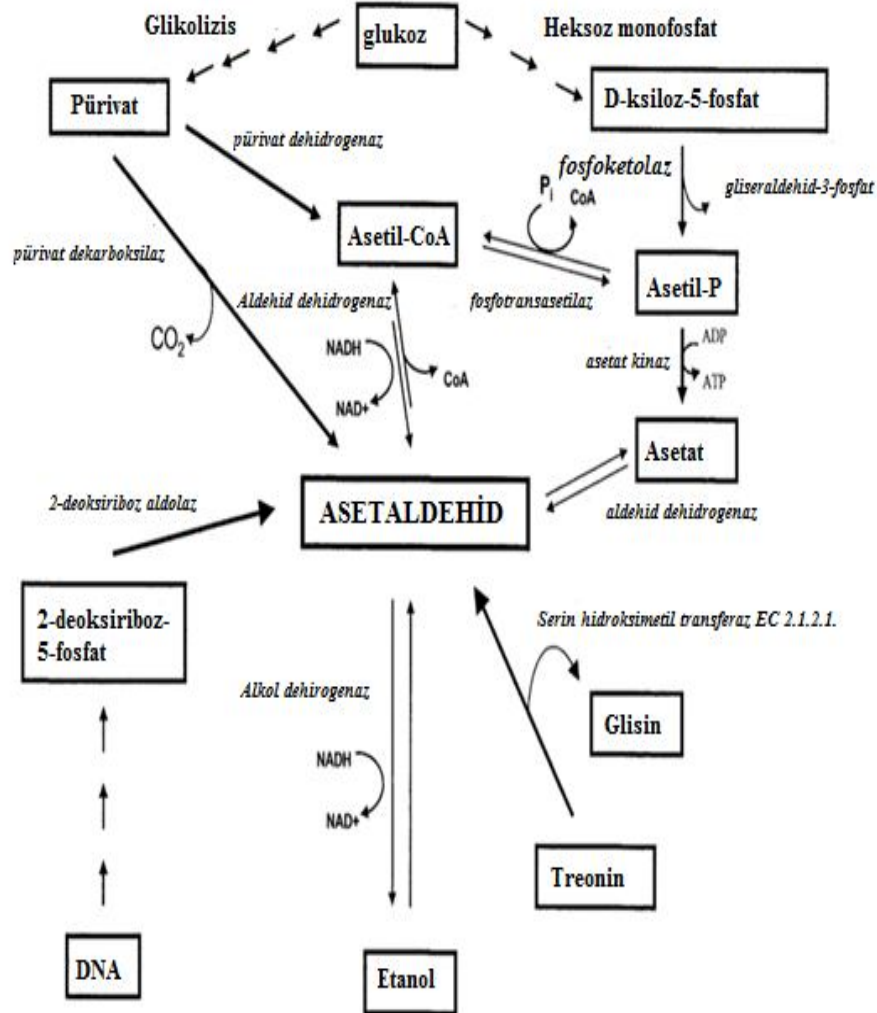
Tipik yoğurt tadı ve aromasını temelde asidik ve ferahlatıcı tada sahip laktik asit ve bunun yanında aseton, diasetil ve asetaldehit gibi çeşitli karbonil bileşikleri oluşturmaktadır. Aynı zamanda yoğurttaki lezzet bileşikleri, laktoz, kazeinler, amino asitler, lipidler, sitrik asit ve serbest yağ asitlerinden meydana gelmektedir. Bu bileşikler uçucu olmayan asitler (laktik, piruvik, oksalik veya süksinik asitler), uçucu asitler (bütirik, asetik, formik veya propiyonik asit), karbonil bileşikleri (asetaldehid, aseton, diasetil veya asetoin) ve çeşitli bileşikler (amino asitler) olmak üzere dört grupta sınıflandırılabilir (Tamime ve Robinson, 2007). Bu bileşiklerden asetaldehit yoğurdun en önemli karakteristik lezzet bileşeni olarak kabul edilmektedir (Tamime ve Deeth, 1980; Law, 1981; Ott ve ark., 1997).



Şekil 2.2. Tek ve miks kültür halinde kullanılan *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un inkübasyon süresince asit geliştirme hızları (■ 30 °C; ▲ 35 °C; ○ 40 °C; ● 45 °C; □ 50 °C) (Tamime ve Robinson, 2007).

Yoğurtta bulunan asetaldehitin nispeten yüksek konsantrasyonu (5-21 mg/l aralığında), bu metabolitin düşük kullanım oranına bağlıdır. Çünkü yoğurt bakterileri asetaldehitin etanole dönüşümü için temel enzim olan alkol dehidrogenaz enziminden yoksundurlar (Lees ve Jago, 1976).

Glukozdan asetaldehit ve etanol oluşumu aldehit dehidrogenaz ve alkol dehidrogenaz enzimiyle katalize edilir. Bu enzimlerden aldehit dehidrogenaz *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus*'un dört suşunda da bulunurken, alkol dehidrogenaz enzimi *S. thermophilus*'un dört suşundan yalnızca ikisinde bulunmaktadır (Tamime ve Robinson, 2007).



Şekil 2.3. Farklı metabolik yollarla asetaldehit oluşumu (Chaves ve ark., 2002)

Asetaldehit üretiminin laktik asit bakterilerinin suşlarına bağlı olduğu görülmektedir. Bazı araştırmacılar *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un *S. thermophilus*'dan daha fazla asetaldehit ürettiğini bildirirken bunun tam tersini savunan araştırmacılar da mevcuttur (Ott ve ark., 1997). Laktik asit bakterileri tarafından asetaldehit üretiminde baskın metabolik yol çok net değildir. Ancak asetaldehit oluşumunda birden fazla metabolik yolun eş zamanlı olarak kullanıldığı belirtilebilir (Raya ve ark., 1986; Gonzalez ve ark., 1994).

Yoğurt fermentasyonu sırasında, asetaldehid doğrudan laktoz metabolizmasından pirüvat dekarboksilasyonunun bir sonucu olarak üretilebilir. Direkt olarak pirüvat dekarboksilaz veya pirüvat oksidaz vasıtasıyla ya da dolaylı olarak pirüvat dehidrogenaz veya pirüvat format liyaz ile asetil koenzim-A aramaddesinin oluşturulması yoluyla üretilebilir. Ayrıca, asetaldehid, timidini asetaldehit ve gliseraldehit-3-fosfata parçalayan deoksiriboaldolazın aktivitesi ile de oluşturulabilir. Son olarak, birkaç amino asit, bir metabolik aramaddede olarak pirüvat vasıtasıyla asetaldehite dönüştürülebilse de treonin, treonin aldolaz aktivitesi ile doğrudan asetaldehit ve glisin haline dönüştürülebilir (Tamime ve Deeth, 1980).

Yoğurt starterlerinin proteolitik aktivitesi peynir starterlerine kıyasla yoğurdun tat ve aromasını önemli düzeyde etkilememektedir. Starter kültürlerin proteolitik aktivitesi fermente süt ürünleri üretiminde ikinci dereceden önemli bir parametredir (Tamime ve Robinson, 2007). Ancak treonin ve metiyonin gibi bazı amino asitler aroma oluşumunu etkilediğinden, kullanılacak starter bakterilerin proteolitik aktivitesi de dikkate alınabilir. Bununla birlikte yoğurt bakterileri gelişmeleri için gerksinim duydukları nitrojen kaynağı olarak sütte bulunan peptit ve proteinleri kullanırlar (Zourari ve ark., 1992). *S. thermophilus* gelişimi için glutamik asit, histidin ve metiyonin gibi amino asitlere ihtiyaç duymaktadır. Bakteriyel gelişiminin başlangıç evresinde sütteki protein yapısında olmayan azotlu bileşikleri kullansa da, yeterli sayıya ulaştığında proteinleri azot kaynağı olarak kullanmaya başlamaktadır (Neviani ve ark., 1995). *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un sahip olduğu proteolitik aktiviteden daha düşük bir proteolitik aktiviteye sahiptir. Dolayısıyla yoğurtta oluşan ilk serbest amino asitlerden birincil olarak *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sorumludur (Feller ve ark., 1990). Hücre duvarında bulunan ekzoselüler proteinazlar, hücre membranına bağlı aminopeptidazlar ve hücre içi ekzepeptidazlar ve proteinazlar vasıtasıyla kazeinin hidrolizasyonu yoğurt bakterileri tarafından gerçekleştirilir. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kökenli proteinazların kazeinler üzerine proteolitik aktivitesi asitlikteki yükselmeye bağlı olarak

artış göstermektedir. Bu enzimlerin aktivitesi fermentasyonun ilerleyen evrelerinde pH<5.0 olduğunda artmaktadır. *S. thermophilus*'un kazeinler üzerindeki aktivitesi genellikle zayıftır. Yoğurt starter bakterilerinin proteolitik aktivitelerini etkileyen faktörler aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

- Bakteriyel gelişimin logaritmik fazında daha yoğun proteolitik aktivite görülmektedir,
- Soğuk depolama ve/veya bakteriyel gelişimin durgunluk fazında proteolitik hız düşmektedir,
- *S. thermophilus L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* arasındaki oran serbest amino asit düzeyinde etkilidir. Aralarındaki oran azaldıkça serum proteinlerinin hidrolizasyon kapasitesi azalmaktadır,
- Serbest amino asit düzeyini yoğurdun depolama şartları da etkilemektedir.
- Kaprik asit ve daha düşük derecede oleik asit gibi serbest yağ asitleri starter kültürlerin proteolitik aktivitesini düşürebilmekte ve pıhtı tekstürünü etkileyebilmektedir,
- Laktozu hidrolize yoğurtların üretimi sırasında proteoliz hızlanmaktadır,
- Yoğurt üretimi öncesinde psikrotrofik bakterilerle yoğurt sütünün ön inkübasyonu proteolizi hızlandırmakta ve yoğurtta istenmeyen tat ve aroma oluşmaktadır,
- Yoğurtta acı tadın oluşumu *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un proteolitik aktivitesi sonucu açığa çıkan acı peptitlerden kaynaklanmaktadır. İnkübasyon sıcaklığının 38 °C'den 44 °C'ye artırılması acı peptit oluşumunu azaltmaktadır ve
- *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un sütteki gelişiminin hızını artırmak enzimatik olarak hidrolize edilmiş kazein ilavesi ile mümkün olmaktadır (Tamime ve Robinson, 2007).

Yoğurdun tekstürel özellikleri, yoğurt sütüne uygulanan sıcaklık ve süre, starter bakterilerin türü ve miktarı, fermentasyon sıcaklığı, depolama koşulları ve daha özel olarak süt bazlı protein kompozisyonu gibi çeşitli parametrelerden etkilenmektedir (Lucey ve ark., 1998b; Kristo ve ark., 2003; Marafon ve ark., 2011). Protein bağlarının oluşumu ve tersinir ya da geri dönüşü olmayan bağlarla bazı bileşenlerin (aroma bileşikleri gibi) proteinlerle interaksyonu gibi yeni oluşumlar; jel ağının yapısını

tanımlamakta, yoğurt aromasını (spesifik kabonil bağlarının bileşenlerinin varlığı ile karakterize edilen) oluşturmakta ve tüketici kabul edilebilirliğini etkilemektedir (Guichard, 2002; Tamime ve Robinson, 2007; İşleten ve Karagül-Yüceer, 2008).

Tekstür, gıdaların yapısal, mekanik ve yüzey özelliklerinin, görme, işitme, dokunma ve kinestetik olarak belirlendiği bir kalite kriteridir. Tekstürel özelliklerin belirlenmesi hem duyuşsal hem de tekstür profil analizi (TPA) olarak isimlendirilen enstrümental yöntemlerle yapılabilir. Enstrümental yöntemlerle belirlenmesinde test maddesinin en az iki kez sıkıştırılmasını ve kaydedilen kuvvet-deformasyon eğrilerinden mekanik parametrelerin belirlenmesini içermektedir. (Szczeniak, 2002). Mekanik karakterler (sertlik, sıklık, yumuşaklık) çiğneme işlevi sırasında ağızda dil, diş ve damakta basınç uygulaması ile organoleptik olarak da ölçülebilmektedir (Szczeniak, 1963).

Serum ayrılması jelin ağ yapısından serumun çıkması ve yüzeyde görünür hale gelmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Serum ayrılması tüketiciye yoğurtta mikrobiyolojik açıdan bir kusur olduğu düşüncesini uyandırdığı için, yoğurt tüketimini olumsuz yönde etkilemektedir. Herhangi bir dış kuvvet uygulamadan (örneğin, santrifüjleme) jelin kasılması ile oluşan spontan sinerezis serum ayrılmasının doğal bir nedenidir. Spontan serum ayrılması, jel matrisinin yeniden düzenlenmesinde bir artışa bağlı olabilen veya zayıf jel ağına hasar vererek (örneğin, titreşim veya kesme yoluyla) indüklenen stabil olmayan bir ağ ile ilgilidir (Lucey ve ark., 1998a). Oluşan yeniden düzenlemenin derecesi protein-protein bağlarının dinamiğine (ortalama ömrü) ve gevşemesine, ayrıca kazein iplikçiklerinin esneyebilme direncine bağlıdır (Lucey, 2001). Yoğurttan serum ayrılması bir elek veya filtre vasıtasıyla kendi haline serumun drenajı veya santrifugal yolla kuvvet uygulayarak belirlenebilir (Lee ve Lucey, 2010).

Yoğurttan serum ayrılması; dıştan yüksek bir kuvvetin santrifugal yolla uygulanıp su tutma kapasitesinin belirlenmesiyle de tespit edilmektedir (Lee ve Lucey, 2010).

Tüketici isteklerine bağlı olarak ürünlerin geliştirilmesi ve modifikasyonu yoğurt benzeri ürünlerin çeşitliliğinde artışa neden olmaktadır. Uzun zamandır, yoğurt içerisinde bulunan ve patojenik bakterilerle rekabet eden canlı bakterilerin faydalı etkilerinden dolayı sağlıklı bir gıda olarak tanımlanmaktadır (Tamime ve Robinson, 2007). Yoğurt formülasyonunda meyve, sebze ve tahıl kaynaklı liflerin kullanımı üzerine birçok çalışma mevcuttur (Staffolo ve ark., 2004; Aportela-Palacios ve ark.,

2005; Garcia-Perez ve ark., 2006; Sendra ve ark., 2008; Hashim ve ark., 2009; Sendra ve ark., 2010; Seçkin ve Baladura, 2012).

Doğal lifler yoğurtta tekstürü ve sertliği iyileştirme, serum ayrılmasını azaltma ve tüketici kabul edilebilirliğini artırma gibi faydalar sağlamaktadır. Yoğurtta bulunan bitki lif parçacıkları kazein protein ağları tarafından şekillenen mikroyapıyı değiştirmektedir. Böylece sonradan oluşan mekanik özellikler son ürünün tekstürel ve duyuşsal özelliklerini etkilemektedir (McCann ve ark., 2011).

Alınan gıdalardaki bitkisel lif yetersizliğinin yol açtığı, medeniyet hastalığı olarak adlandırılan kolon kanseri, kabızlık ve şişmanlık başta olmak üzere şeker hastalığı ve kalp damar rahatsızlığı gibi bir takım hastalıkların yaygınlaşması, insanları daha bilinçli beslenmeye zorlamıştır. Bunun sonucu olarak da diyet lifince zengin gıdalara olan ilgi artmıştır (Jimenez ve ark., 2000; Chau ve Huang, 2003).

Bitki depo karbonhidratları olarak doğada bulunan inulin fruktoz polimerlerinden oluşan bir karışımdır. İnulinin bir alt grubu olan oligofruktozlar (fruktooligosakkaritler) 10 veya daha az polimerizasyon derecesine sahip polimerlerden oluşur. Hem inülin hem de oligofruktoz, üst gastrointestinal sistemde sindirilemez ve serum glukozunda bir artışa yol açmaz veya insülin salgılanmasını stimüle etmez (Niness, 1999).

Oligofruktoz ve inülin gibi prebiyotiklerin kalsiyum, magnezyum ve demir gibi minerallerin biyoyararlanımını geliştirmeleri, faydalı canlı aktif kültürlerin etkinliğini arttırmaları ve sindirim sistemindeki zararlı bakterilerin inhibisyonu gibi birçok açıdan sağlığa faydaları vardır. Diyet lifiyle ilişkili olarak inulinin ve oligofruktozlar yüksek proteinli diyetlerin sindiriminde yardımcı olması, yağ emilimini azaltması, kabızlığı önleyerek vücuttan toksinleri uzaklaştırmaya yardımcı olması gibi faydaları da söylenebilir. İnülin ve oligofruktozların diğer sağlık faydaları arasında doygunluk duygusu, kan kolestrolü düşürülmesi ve kolon kanseri insidansının düşürülmesi sayılabilir. İnülin ve oligofruktozlar ayrıca vücudun doğal savunmasını arttırma kabiliyetine de sahiptirler (Jenkins ve ark., 1999).

Staffolo ve ark. (2004), elma, buğday, bambu ve inulinden elde edilen ticari liflerle takviye ettikleri yoğurtların duyuşsal ve reolojik özelliklerini depolama sırasında takip etmişlerdir. Yoğurt örneklerini hazırlarken %15 süt tozu, %5 şeker ve %1.3 oranında çeşitli ticari lifleri kullanmışlardır. Duyusal değerlendirme sonucunda panelistler tarafından ticari buğday lifi ilaveli yoğurtların renk, tekstür ve aroma

açısından en çok beğeni aldıkları belirtilirken, tat ve koku açısından en çok beğeniyi inulin ilaveli yoğurtların aldığı bildirilmiştir.

Donkor ve ark. (2007), ticari inulin veya yüksek amiloz içerikli mısır nişastasını farklı oranlarda yoğurt sütüne katkılayarak ve probiyotik kültürleri kullanarak ürettikleri yoğurtlarda probiyotik organizmaların canlılıklarını ve yoğurdun tekstürel karakteristiklerini incelemişlerdir. İnulinin, yüksek amiloz içerikli mısır nişastasına göre probiyotik organizmaların gelişimini daha fazla desteklediğini belirtmişlerdir.

Özkılınç (2009), süzme yoğurdun üretiminde inülin ve oligofruktozun prebiyotik olarak kullanım olanaklarını belirlemiştir. İnülin ve oligofruktozun tüketim için uygun olduğunu, süzme yoğurt üretiminde kullanılabileceğini duyuşal analizler sonucunda belirtmiştir.

Seçkin ve Baladura (2012), farklı oranlarda (% 1, 2 ve 3) olmak üzere ticari elma, buğday ve bambu lifleri ile zenginleştirdikleri süzme yoğurtların renk, tekstür ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlar, bambu ve buğday lifi ile zenginleştirilen yoğurtların kabul edilebilirliğinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Saldamlı ve Babacan (1996), şeker pancarı lifi katarak sade ve aromalı pıhtısı kırılmış tip yoğurtlar hazırlamış ve %0.5-2 arasında katılan besinsel lif miktarının tolere edilebilir düzeyde olduğunu ve yoğurt kıvamına olumlu etkisi olduğunu saptamışlardır.

Tatlı patates, süt, sakaroz ve jelatin karışımları yüksek miktarda protein içeren (19 g/100 g) yoğurt yapımında kullanılmıştır. İyi kalitede bir yoğurt üretildiği, ancak tatlı patates miktarı arttıkça ürünün renginin daha da koyulaştığı bildirilmiştir. 2.5/100 g diyet lifi içerdiği belirtilen yoğurt örneklerinde starter aktivitesinde herhangi bir azalma olmadığı rapor edilmiştir (Collins ve ark., 1991a; Collins ve ark., 1991b; Kudoh ve Matsuda, 2000b; 2000a).

Börülce, nohut ve Mung fasüyesi gibi baklagiller yoğurt benzeri ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır. Mısır'da Faba fasüyesi yoğurdunun yaygın olarak üretildiği belirtilmektedir (Abou-Donia ve Salam, 1981; Abou Donia ve Salam, 1982). Nohut ve Mung fasüyesinden yapılan fermente süt ürünleri ikinci kalite olmasına rağmen duyuşal özellikleri kabul edilebilir sınırlar arasında olduğu bildirilmiştir (Rao ve ark., 1988; İbrahim ve ark., 1993).

Üç farklı prebiyotik kullanılarak (çözünebilir mısır lifi, polidekstroz ve hindiba inülini) içilebilir yoğurt üretilmiş ve duyuşal analizler yapılarak bunların beğeni faktörleri belirlenmiştir. Bu çalışmada, polidekstroz ve hindibanın çözünür mısır lifinden daha fazla tercih edildiği bildirilmiştir (Allgeyer ve ark., 2010).

Hussein ve ark. (2011), yoğurt tekstürünün stabilizasyonu için farklı oranlarda 6 farklı bitki polisakariti ekstraktını yoğurt üretiminde kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlarda; %0.3 konsantrasyonunda tropik bir bitki olan göleveze (taro) ekstraktı, %0.1 oranında bamya ekstraktı ve yine %0.1 oranında Yahudi ebeğümeci (Jaw's mallow) kullanılarak; iyi görümlü yapıya, tekstüre ve lezzete sahip yoğurtların üretilebileceğini belirtmişlerdir.

Düşük yağlı yoğurtların yapısını iyileştirmek için gam stabilizatörleri ve nişastaya alternatif olarak havuç hücre duvarı partikülleri kullanılmıştır. Elde edilen yoğurtlarda havuç hücre duvarı materyalleri katkısının, üretim prosesinde sadece yüksek orandaki asidifikasyonu teşvik etmediği, aynı zamanda serum ayrılmasını azalttığı bildirilmiştir (McCann ve ark., 2011).

Espírito Santo ve ark. (2012a), bir starter kültürün dört farklı probiyotik suşu ile birlikte fermente edilen yoğurttaki, yağ asitleri profiline ve canlı mikroorganizma sayısına elma, muz ve çarkıfelek meyvelerinden gelen toplam diyet lifi ilavesinin etkisini değerlendirmişlerdir. Lifle zenginleştirilmiş yağsız yoğurt üretiminde ilave edilen elma ve muz lifi kullanılan tüm probiyotik suşların soğukta 4 hafta depolama boyunca canlılıklarını korumalarına yardımcı olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca tüm lifli yoğurtlar lif içermeyen kontrol örnekleriyle kıyaslandığında daha yüksek oranda kısa zincirli yağ asitleri ve çoklu doymamış yağ asitleri içerdiği belirlenmiştir. Yine Espírito Santo ve ark. (2012b), probiyotik yoğurt üretiminde çarkıfelek meyve kabuğu tozunu farklı süt tiplerine ilavesinin fermentasyon kinetiğine, tekstür parametrelerine, post-asidifikasyona ve bakteri sayısına etkilerini araştırmışlardır. Espírito-Santo ve ark. (2013), başka bir çalışmada ise çarkıfelek meyve lifiyle zenginleştirilmiş probiyotik yoğurtların reolojisini, doğal serum ayrılmasını, mikroyapısını ve duyuusal özelliklerinin bazı önemli yönlerini incelemişlerdir.

Srisuvor ve ark. (2013), yaptığı bir çalışmada set tipi yoğurtta yağ ikamesi olarak polidekstroz ve probiyotik besin kaynağı olarak muz püresi kullanımının hem tüketici hem de üreticiler için oldukça faydalı olduğunu bildirmişlerdir.

Zare ve ark. (2012), bezelye proteini, nohut unu, mercimek unu, bezelye lifi, soya proteini konsantresi ve soya ununun süte ilavesinin yoğurt starterleri ve probiyotik kültürlerin asidifikasyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bezelye lifinin en az etkiyi göstermekle birlikte kullanılan baklagil katkılarının *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus* ve yoğurt starter kültürleri üzerinde faydalı etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.

Yapılan bir çalışmada portakal suyu yan ürünü olan portakal lifi ilavesinin yoğurdun renk karakteristiklerini geliştirdiği ve soğukta depolanmasında sinerezisi azalttığı rapor edilmiştir (Garcia-Perez ve ark., 2005).

Meksika'da geleneksel olarak tüketilen *Pachyrhizus erosus*'dan (turp benzeri bir bitki, Hint yerelması) ekstrakte edilen çözünür lif pıhtısı kırılmış yoğurt üretiminde yeni bir lif kaynağı olarak 1g/100 ml miktarında kullanılmıştır. *P. erosus* çözünür lif ilavesinin yoğurtlarda sinerezisi önemli derecede azalttığı ve kıvamı artırdığı rapor edilmiştir. Kontrol yoğurtlarla kıyaslandığında lif ilavelilerin daha kabul edilebilir bir ağız hisyatı sergilediğini belirterek bu ürünün ticari olarak üretilebileceğini bildirilmiştir (Ramirez-Santiago ve ark., 2010).

Farklı oranlarda elma, buğday ve bambu lifi kullanılarak üretilen süzme yoğurtlarda yapılan duyuusal ve kimyasal analizler sonucu bambu ve buğday lifinin tüketim için uygun olduğu, süzme yoğurt üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir (Baladura, 2011).

Diğer bir çalışmada Velez-Ruiz ve ark. (2013), kalsiyum ve keten tohumu (Kanada veya Meksika) lifi ilavesinin düşük yağ içerikli yoğurtların fizikokimyasal ve akış özellikleri üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Yoğurt üretiminde farklı oranlarda (%1, 2, ve 3) yağ içeren standardize süte, kalsiyum ilavesi 50 veya 100 mg/100 ml yoğurt düzeyinde, lif ilaveleri ise 0.5 veya 1 g/100 ml yoğurt düzeyinde kullanılmıştır. Sinerezis ve kıvam özelliklerinin yoğurt örneklerinde yapılan katkılamalardan ve depolama periyodundan en çok etkilenen özellikler olduğu belirtilmiştir. Kalsiyum ilavesinin yoğurdun fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisinin önemsiz ($p>0.05$) olduğu, buna karşın lif çeşidi ve miktarının pH değerlerini ve sinerezis üzerine etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu ifade edilmiştir. yoğurtlara Kanada keten tohumu ilavesinin serum ayrılmasını azattığı, %2 yağ içeriğinde yoğurt sütüne Meksika keten tohumu ilavesinin ise depolama boyunca yoğurtlara stabil bir kıvam kazandırdığı rapor edilmiştir.

Fonksiyonel ürün üretiminde diyet lifinin besinsel faydaları kanıtlanmış ve tahıllı gıdaların meyve ve sebzelerden doğal olarak daha zengin bir diyet lifi kaynağı olduğu bildirilmiştir (Wisker ve ark., 1985). Bu bağlamda, farklı derecede polimerizasyona sahip fruktoz polimerleri olan fruktooligosakkaritler oldukça dikkat çekmektedir. Doğal olarak bulunan bu oligosakkaritler birçok bitkide sentez edilir ve biriktirilir. Ayrıca oligosakkaritler gıda bileşenleri olarak yararlı etkilere sahiptir (Ritsema ve Smeekens, 2003). Fruktooligosakkaritlerin faydalı etkileri insanların kolonundaki bifidobakterin

gelişiminin uyarılmasıyla, kokuşturucu bakterilerin gelişimini engelleyerek, metabolik aktiviteleri dengeleyerek ve biyolojik olarak besin maddelerini sağlayarak ortaya çıkmaktadır (Hidaka ve ark., 1991; Tomomatsu, 1994; Gibson ve Roberfroid, 1995).

Buğdayın son ürüne uygunluğunu takdir etmede tür kalitesi önemli bir faktör olarak kabul edilir. Ekonomik ve ekolojik bakımdan önem arz eden türlerden birisi olan *Triticum durum* makarnalık buğday olarak da bilinmektedir. Tane bu tip buğdaylarda kırmızı veya kehribar sarısı renkte, uzun, sert ve ince kabukludur. Protein ve gluten miktarı yüksek, ancak özün ekmekçilik kalitesi düşüktür (Elgün ve Ergutay, 1995). Durum buğdayı makarna, kuskus ve dünyanın bazı bölgelerinde çeşitli ekmeklerin yapımında kullanılan önemli bir buğday türüdür (Liu ve ark., 1996).

Fonksiyonel ürün üretiminde diyet lifinin besinsel faydaları kanıtlanmış ve tahıllı gıdaların meyve ve sebzelerden doğal olarak daha zengin bir diyet lifi kaynağı olduğu bildirilmiştir (Wisker ve ark., 1985). Bu bağlamda, farklı derecede polimerizasyona sahip fruktoz polimerleri olan fruktooligosakaritler (FOS) oldukça dikkat çekmektedir. Doğal olarak bulunan bu oligosakaritler birçok bitkide sentez edilir ve biriktirilir. Ayrıca oligosakaritler gıda bileşenleri olarak yararlı etkilere sahiptir (Ritsema ve Smeekensy, 2003). Oligosakaritler inulooligosakaritler ve fruktooligosakaritler olmak üzere iki alt grupta sınıflandırılır. İnulooligosakaritler; β -D-fruktofronosil- $[\alpha$ -D-fruktofronodil]_{n-1}-D-fruktofronosid olarak da adlandırılan kısa zincirli fruktoz ünitelerinden oluşurken, fruktooligosakaritler ayrıca α -D-glukopironosil- $[\beta$ -D-fruktofronosil]_{n-1}-D-fruktofronosid olarak da bilinen bir terminal glukoz ünitesine de sahiptir (Roberfroid ve Delzenne, 1998).

FOS, sıklıkla prebiyotik olarak kullanılan sindirilmeyen karbonhidratlar kategorisindedir. İnsanların sindirim sıvılarına bağlı hidrolize dayanıklıdır ve bağırsakta yararlı fizyolojik etkileri teşvik eden kalın bağırsağa ulaşırlar. Fruktooligosakaritlerin faydalı etkileri insanların kolonundaki bifidobakterin gelişiminin uyarılmasıyla, kokuşturucu bakterilerin gelişimini engelleyip, metabolik aktiviteleri dengeleyerek ve biyolojik olarak besin maddelerini sağlayarak ortaya çıkmaktadır (Hidaka ve ark., 1991; Tomomatsu, 1994; Gibson ve Roberfroid, 1995).

Piyasada fruktooligosakaritler, inülin, galakto-oligosakaritler, laktüloz ve isomalto-oligosakaritler dahil birçok prebiyotik oligosakaritin bulunduğu belirtilmektedir (Playne ve Crittenden, 1996). İnülin, fruktooligosakaritler ve laktüloz en yaygın kullanılan prebiyotiklerdir (Holzapfel ve Schillinger, 2002). İnülinin soya fasulyesi oligosakaritleri, izomalto-oligosakaritler veya laktüloza kıyasla fazla oranda

toplam bakteri sayısını desteklediği, ancak daha düşük düzeyde bifidobakteri ve laktobasil popülasyonunu desteklediği bildirilmiştir (Rycroft ve ark., 2001). Bifidobakteri en çok ksilo-oligosakkaridler ve laktulozun; laktobasilleri ise fruktooligosakkaritlerin daha fazla desteklediği bildirilmiştir (Rastall ve Maitin, 2002).

Prebiyotik oligosakaritlerin probiyotiklerle sinbiyotik kombinasyonları üzerine yapılan son çalışmalar, fonksiyonel gıda bileşenlerinin faydasının daha fazla geliştirilmesine öncülük ettiği bildirilmektedir. Bağırsak mikroflorasının analizi için geliştirilmiş moleküler teknikler, yeni üretim biyoteknolojileri ve probiyotikler tarafından oligosakaritlerin metabolizmasının daha iyi anlaşılması çalışmalara ışık tutmaktadır (Rastall ve Maitin, 2002).

Konakçı sağlığının iyileştirilmesi amacıyla kolonik mikrofloranın aktif olarak etkilemesi tüketici ve araştırmacılar tarafından oldukça ilgi görmektedir. İnsanlar bu amaçla ‘probiyotik’ olarak bilinen canlı mikrobiyal gıda takviyelerini tüketmektedir. Alternatif bir yaklaşım, prebiyotik olarak bilinen gıda bileşenlerinin de tüketilmesidir. Bir prebiyotik, ‘sindirim sisteminde sindirilmeyen ve kolondaki bir veya sınırlı sayıdaki birkaç tür bakterinin gelişimini ve/veya aktivitesini seçici olarak stimüle ederek konakçıyı yararlı bir şekilde etkileyen ve böylece konakçı sağlığını geliştiren gıda maddesi’ olarak tanımlanmaktadır (Gibson ve Roberfroid, 1995).

Bir gıda bileşeninin prebiyotik olarak sınıflandırılması için bazı özellikleri taşıması gerekmektedir. Bunlar a) gastrointestinal sistemin üst kısmında hidrolize olmaması ve emilmemesi gerekir; b) kolondaki bir veya sınırlı sayıdaki birkaç tür faydalı bakterinin gelişmesini ve aktivitesini stimüle eden, seçici bir substrat olması gerekir; c) sonuçta, koloni florasını daha sağlıklı bir kompozisyon lehine değiştirebilecek ve d) konakçı sağlığı için faydalı olan luminal veya sistemik etkilere yol açması gerekmektedir şeklinde sıralanabilir (Gibson ve Roberfroid, 1995).

FOS’ların bifidojenik ajanlar olarak aktivite gösterebilmeleri için yetişkinlerde tüketilmesi gereken miktar 2-10 g/gün arasında iken; gıda maddelerinden alınan ortalama değer 806 mg/gün olarak belirtilmiştir. Bu miktarların karşılaştırılması tipik diyetle önemli derecede FOS eksikliği göstermektedir (Spiegel ve ark., 1994; Tomomatsu, 1994).

Kolon mikrobiyotası tarafından fruktooligosakkaritlerin fermente edildiği *in vitro* olarak insanlardan sağlanan fekal kaynaklı bakteriler üzerinde çalışılarak belirlenmiştir. Glikoz, fruktoz, sakkaroz, nişasta ve pektin gibi diğer karbonhidratlar gibi, fruktooligosakkaridler de anaerobik fermentasyon sırasında kültür ortamının

pH'sında bir düşüğe neden olur (Wang ve Gibson, 1993; Gibson ve Roberfroid, 1995). Bu sayede prebiyotikler toksin üreten *Clostridium*'lar, proteolitik *Bacteriodes*'ler ve toksijenik *E. coli* gibi potansiyel patojen bakterilerin gelişmesini de engellemektedirler (Yılmaz, 2004).

Yapılan çalışmalar günde 2000-3000 mg FOS alımının kalın bağırsaktaki bakteri popülasyonunu olumlu şekilde değiştirebildiğini göstermektedir (Tomomatsu, 1994; Gibson ve Roberfroid, 1995). Yüksek dozlar, kolesterolü düşürmede ve trigliseritleri azaltmada ve tip II diyabetlilerde kan glikozunu düzenlemede yardımcı olabilir (Yamashita ve ark., 1984; Jackson ve ark., 1999).

Coman ve ark. (2013), %2, 4 ve 6 oranlarında kullandıkları karabuğday unu ve yulaf kepeğinin probiyotik suşlardan olan *Lactobacillus rhamnosus* IMC 501®, *Lactobacillus paracasei* IMC 502® ve bunların 1:1 kombinasyonu SYNBIO®'nun gelişimi ve canlılığı üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu yeni ürünün bakteriyel hücreleri insan gastrointestinal sistemine nakletmek için uygun bir taşıyıcı olup olmadığını kontrol etmek için insanlar üzerinde bir besleme denemesi yapılmıştır. Diyetin 4 hafta boyunca uygulandığı yaklaşık 10^9 seviyesinde canlı probiyotik suşları içeren sinbiyotik fermente süttten günde bir porsiyon beslenen 40 gönüllüden 40'ında fekal numunelerinde probiyotik suşlar tespit edilmiştir. Üretmiş oldukları sinbiyotik fermente süt ürünlerinde fermentasyon sırasında %6 karabuğday ile zenginleştirilenlerde daha düşük pH değerlerinin tespit edildiği bildirilmiştir. Ayrıca yoğurt örneklerine karabuğday unu ve yulaf kepeği ilave edilmesini, depolama esnasında laktobasillerin asitleştirme kabiliyetini artırdığı görülmektedir. Karabuğday unu ve yulaf kepeği ilaveli yoğurt örneklerinde *Lactobacillus paracasei* IMC 502® ve bunların SYNBIO®'nun sayılarının *Lactobacillus rhamnosus* IMC 501® içeren örneklerden ve prebiyotik ilave edilmeyenlerden daha yüksek bulunduğu ifade edilmiştir.

2.1. Hasat Öncesi Olgunlaşma Sırasında Buğday Tanesinde Meydana Gelen Değişimler

Buğday tanesinin oluşumunda çiçekten taneye kadar süt olum, sarı olum ve fizyolojik olum devresi olmak üzere gelişme safhaları bulunmaktadır. Protein birikimi safhası olarak da bilinen süt olum devresinde, 3-5 günlük endospermde neredeyse hiç nişasta birikimi olmamışken, protein birikimi başlar. Protein yapıları endospermde bir

ağ oluştururken, tane en büyük hacmine ulaşır. Döllenme sonrasında 20-25 gün süren bu safha sonunda tane suyu %60 civarındadır. Nişasta birikim safhası olarak bilinen sarı olum devresinde tane suyu %60'ın altına düşünce protein birikimi durur. Nişasta protein ağları içine dolmaya başlar. 10-25 gün süren bu safha sonunda tane suyu %40 civarına düşer ve besin birikimi durur. Fizyolojik olum devresinde ise biriken maddeler olgunlaşır. Kıraç ve sıcak şartlarda 2-3 gün, rutubetli ve serin bölgelerde 5-10 gün süren bu safha sonunda tanede nem miktarı %18-33'e kadar düşer ve hasat olgunluğuna ulaşır (Elgün ve Ergutay, 1995).

Buğdayın fiziksel özellikleri ve kimyasal kompozisyonu olgunlaşma periyodu boyunca değişiklik gösterir. Sert kırmızı yazlık ve durum buğdayları üzerine yapılan bir çalışmada, olgunlaşma ilerledikçe nem ve kül içeriğinde azalma, test ağırlığı, 1000 tane ağırlığı ve tane boyutunda artış gözlenmiştir. Genel olarak, serbest sterollerin yağ içeriği, serbest yağ asitleri ve monogliserit miktarı buğday olgunlaştıkça önemli derecede azalmaktadır. Doymuş sterol esterlerinin lipit içeriği ve trigliserit miktarı buğdayın olgunlaşması sırasında belirgin şekilde artmaktadır (Skarsaune ve ark., 1970).

Başka bir çalışmada tane sertliğinin, tane ağırlığı ve test ağırlığının, kül içeriğinin ve öğütme kalitesinin protein içeriğinden daha fazla etkilendiği bildirilmiştir (Preston ve ark., 1991). Bununla beraber, buğday tanesinin olgunlaşması sırasında bazı amino asitler artarken bazılarının azaldığı ve bu bağlamda proteinlerin amino asit kompozisyonunun değiştiği gözlenmiştir (Pomeranz ve ark., 1966). Tane olgunlaştıkça toplam fosfor içeriğinde azalma gözlemlenirken, çinko ve fitik asit içeriğinin arttığı bildirilmiştir (Abernethy ve ark., 1973; Özboy ve ark., 2001).

Inositol heksafosfat (IP₆) veya fitat olarak da bilinen fitik asit (C₆H₁₈O₂₄P₆), birçok tahıl tanesinde fosforun depo formu olarak bilinmektedir. Tanelerin toplam fosfor içeriğinin yaklaşık %10-75'ini oluşturmaktadır. Fitik asit Zn⁺², Ca⁺² ve Fe⁺² gibi esansiyel mineraller ve/veya proteinlerle kompleks oluşturarak bunların biyoyararlılıklarını ve emilimini azalttığından anti besinsel bir bileşik olarak kabul edilir (Torre ve ark., 1991; Lott ve ark., 2000). Bu nedenle, fitat bakımından zengin diyetler, demir ve çinko gibi mikro besin öğelerindeki eksikliklere neden olabilir. Özellikle tahıl esaslı beslenen gelişmekte olan ülkelerde; anemi, gebelikte komplikasyonlar ve yetersiz büyüme gibi ciddi sonuçlar doğurabilir (Simons ve ark., 1990). Fitaz aktivitesi yüksek tahıl ıslah etmek, fitik asidi fiziksel ya da kimyasal yöntemlere uzaklaştırmak bu gibi sorunların azalmasını sağlayacaktır. Tane kepeğinin uzaklaştırılması, basıç altında

pişirme, fermentasyon, fitaz enzimi ilavesi, çimlendirme ve ıslatma fitik asit miktarını azaltılmasında kullanılabilecek yöntemlerdir (Bilgiçli, 2002).

Olgunlaşmasını tamamlamamış buğday tanelerinin, tam olgunlaşmış buğdaylara göre daha az enzimle sindirilebilen nişasta (Casiraghi ve ark., 2006), daha fazla lif ve çözümlü şeker içeriğine sahip olduğu (Iametti ve ark., 2006) belirlenmiştir. Tam olgunlaşmamış buğday taneleri olgunlaşmanın son dönemindeki buğdaylarla benzer bir toplam protein içeriğine sahiptir. Dengeli bir amino asit kompozisyonunda albüminler baskın durumdadır (Mujoo ve Ng, 2003) ve gliadin içermezler (Iametti ve ark., 2006).

Tam olgunlaşmamış buğday tam olgunlaşmış buğdaylardan daha yüksek fenolik ve flavanoid içeriğine sahipken daha düşük E vitamini içeriğine sahiptir (Kim ve Kim, 2016). Paradiso ve ark. (2006), tam olgunlaşmamış buğdaylardan elde edilen tam buğday unları olgun tanelerden elde edilen irmiklerden daha yüksek miktarda glutatyon, askorbat ve toplam antioksidan kapasitesine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Fruktooligosakkaritler bilimsel literatürde oldukça dikkat çeken fonksiyonel bileşenlerdir. FOS 1-kestose (1-kestotriose), nystose (1,1-kestotetraose) ve 1- β -fructofranosylnystose (1,1,1-kestopentaose) oligosakkaritlerinin bir karışımı olarak tanımlanmaktadır (Lewis, 1993). FOS; β -(2 \rightarrow 1) glukozidik bağlar ile bağlanmış fruktoz ünitelerinin kısa zincirlerinden oluşmaktadır. Zincirin indirgen olmayan ucuna α -(1 \rightarrow 2) glukozidik bağıyla (sakkarozda olduğu gibi) bağlı tek bir D-glukoz ünitesi bulunur. Frukthanların polimerizasyon derecesi iki ila birkaç yüz arasında değişmektedir. Frukthanların ana bileşeni olan inulinde polimerizasyon derecesi 2 ila 60 arasında iken, fruktooligosakkaritlerin polimerizasyon derecesi 2 ila 10 arasındadır (Prosky ve Hoebregs, 1999). FOS muz, soğan, buğday, arpa, kuşkonmaz, yerelmasında ve buğdayda doğal olarak bulunmaktadır (Hidaka ve ark., 1986; Spiegel ve ark., 1994).

Aynı zamanda FOS'lar çeşitli yollarla büyük polimerlerden üretilebilirler. Büyük polimerlerin hidrolizi, enzimatik trasfruktolizasyon ve kimyasal sentez yoluyla üretilen FOS'ların ticari olarak bilinenleri kestoz (GF2), nistoz (GF3), fruktofranozilnistoz (GF4), inulobioz (F2), inulotrioz (F3), bifruktoz (GF3) ve inulotetraoz (F4) lardır (Yıldız, 2011).

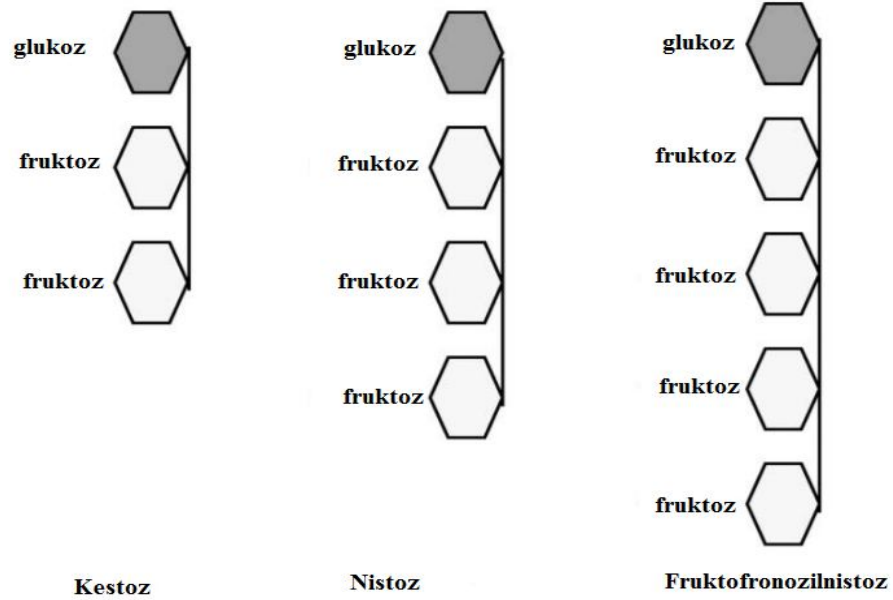
Fruktooligosakkaritlerin fizikokimyasal özellikleri, tatlandırıcı etkisi ve düşük kalori değeri şekerleme, fırın ve süt ürünleri için kullanımını uygun hale getirmektedir (Roberfroid ve ark., 1993).

Buğdayın gelişme döngüsünde fruktooligosakkaritlerin büyük miktarı buğdayın sapında ve tanelerinde depolanır (D'Egidio ve ark., 1997). İlkbaharda buğday tanelerinde, FOS konsantrasyonu çiçeklenmeden sonra 9. günde kurumaddenin %20'si

kadardır. Ve bu safhadan sonra her tanedeki miktarı hızla azalmaktadır (Escalada ve Moss, 1976).

Schnyder ve ark. (1988), çiçeklenme sırasında tane kurumaddesinin %27'sini FOS'un oluşturduğunu bildirmişlerdir. Çiçeklenmeden 7 gün sonra her tahıl tanesinde 0.3 mg'dan 1.2 mg'a yani maksimum seviyeye ulaştığı ve çiçeklenmeden 17 gün sonra ise hızla 0.5 mg'a kadar düştüğü belirtmişlerdir. Buğday tanelerindeki fruktooligosakkaritlerin maksimum birikimi çiçeklenme sonrasındaki ikinci ve üçüncü haftalar arasında süt olum fazı olarak adlandırılan fizyolojik aşamada meydana gelir ve daha sonra miktarı hızla azalır. Olgunlaşmamış buğday tanelerindeki fruktanların yüksek seviyeleri fonksiyonel bir gıda olarak süt olum aşamasında hasat edilen tanelerin kullanımı özellikle umut verici görülmektedir (Mujoo ve Ng, 2003).

İnsan diyeti ve hayvan beslenmesinde antitumoral, immünoştümlen ve prebiyotik etkileri gibi önemli biyolojik fonksiyonlara sahip fruktozca zengin polimerler olan fruktooligosakkaritlerin yüksek miktarları tam olgunlaşmamış buğday tanelerinde bulunmaktadır (Roberfroid, 1997; Michel ve ark., 1999). Bu polimerler fizyolojik olgunlaşma safhasında kaybolurlar (D'Egidio ve ark., 1998).



Şekil 2.4. Çeşitli fruktooligosakkaritlerin yapıları (Rivero-Urgell ve Santamaria-Orleans, 2001)

Fruktooligosakkaritlerin bağırsaklardaki birçok mineralin absorpsiyonunu stimüle ettiği gözlenmiştir (Morohashi ve ark., 2000). Tam olgunlaşmamış buğday tanesinin sahip olduğu bu özellikler, onu fonksiyonel gıda kategorisine dâhil etmektedir (D'Egidio ve Cecchini, 1998 ; Roberfroid, 2000).

2.2. Farklı Olgunlaşma Safhalarında Hasat Edilen Buğdaylarla İlgili Yapılan Çalışmalar

Doğal bir FOS kaynağı olan tam olgunlaşmamış buğday taneleri, sahip olduğu diğer potansiyel besinsel özellikleri ile ilginç fonksiyonel özelliklere sahip yenilikçi bir hammadde olarak kabul görmektedir (D'Egidio ve ark., 1998).

Özboy ve ark. (2001), farklı olgunlaşma safhalarında (çiçeklenmeden sonrası 13., 16., 19., 22., 25. günlerinde) hasat edilen iki farklı durum buğdayında yöresel bir ürün olan firiğe işlemede alevde kavurma (ütme) ve atmosferik basınçta kaynatma yöntemlerinin diyet lifi ve fitik asit içeriğine etkisini araştırmışlardır. Yapılan çalışma ile asit deterjan ve nötral deterjan lif içeriğinin olgunlaşma ile önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir. Her iki pişirme yöntemi ile üretilen firiklerde yapılan analizlerde olgunlaşmaya bağlı olarak fosfor, fitik asit ve fitat içeriğinde düşüş eğilimi gözlemlendiği belirtilmiştir.

Maskan (2001), yapmış olduğu bir çalışmada firik, dövme ve buğdayların su tutma karakteristiklerine olgunlaşma ve işlemenin etkilerini araştırmıştır. Firiğin en yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Maskan (2002), yaptığı başka bir araştırmada firik, dövme ve buğdayların su absorpsiyon kinetiklerini belirlemiştir.

Yapılan başka bir çalışmada, çiçeklenmeden sonraki ilk iki haftada tam olgunlaşmamış buğday tanelerinde fruktooligosakkarit miktarının maksimum olduğunu belirlenmiştir. Fruktooligosakkaritce zengin olgunlaşmamış buğday unu ile sert buğday unu karışımından büyük ölçüde kabul edilebilir kalitede ekmek üretilebileceği belirtmiştir (Mujoo ve Ng, 2003).

Paradiso ve ark. (2006), tam olgunlaşmamış (süt olum safhasında) durum buğdayı tanelerinden elde edilen irmik ve tam unların fruktoz polimerleri (fruktanlar ve fruktooligosakkaritler), vitamin C, glutatyon içeriğini ve reolojik karakteristiklerini belirlemiştir. Olgunlaşmamış tanelerin tam unları olgun tanelerden elde edilen

irmiklere göre fruktanları 3 kat daha fazla miktarda içerdiği ve toplam antioksidan kapasitesinin de daha fazla olduğu bildirilmiştir.

Önceki bir çalışmada, tam olgunlaşmamış durum buğdaylarının kimyasal karakterizasyonu ve farelerde biyolojik etkileri araştırılmıştır. Tam olgunlaşmamış buğdaylarla beslenen farelerde lenfositlerin çoğalma oranını artırdığı, bağışıklık tepkisi üzerine stimule edici bir etki gösterdiği, plazma trigliseridleri ve kolesterol seviyesini azalttığı tespit edilmiştir (Merendino ve ark., 2006).

Akalın ve ark. (2007) yapmış oldukları bir çalışmada, yağı azaltılmış yoğurtlarda fruktooligosakkarit katkısının ürünün depolanması sırasında *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Bifidobacterium animalis*'in canlılığını desteklediği ve prebiyotik etki gösterdiği belirtilmiştir.

Casiraghi ve ark. (2011), tam olgunlaşmamış buğday ilaveli bisküvilerin prebiyotik potansiyelini ve gastrointestinal etkilerini incelemiştir. Bu ürünlerin mideyle ilgili boşaltıma ve kalıcı doygunluğa potansiyel etkisi olduğunu ve gıda alımını azaltmada etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada tam olgunlaşmamış buğday taneleri kurutulmuş ve yaş olarak makarnaya (%30 oranında) katılmıştır. Tam olgunlaşmamış buğday tanelerinin ilavesi kurutulmuş makarnanın rengine anlamlı değişiklikler ile ilişkilendirilmiştir. Ancak ticari olarak tam taneden üretilen makarnalardan daha düşük bir kahverengilik indeksine sahip olduğu belirtilmiştir (Casiraghi ve ark., 2013).

Aktaş ve ark. (2015), farklı konsantrasyonlarda tam olgunlaşmamış buğdayı tarhana üretiminde kullanarak, tarhananın kimyasal kompozisyonu ve mikrobiyolojik özelliklerini incelemiştir. Toplam mezofilik aerobik bakteri ve laktik asit bakterilerin sayılarının çiçeklenmeden 26 gün sonra hasat edilen buğdayların ilave edildiği tarhana örneklerinde daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Yoğurt üretiminde, S.Ü. Ziraat Fakültesi Zootečni bölümü süt üretim çiftliğinden temin edilen tam yağlı çiğ inek sütü kullanılmıştır. Yoğurda işlenecek sütün süt yağsız kurumaddesi %12 olacak şekilde Enka Süt A.Ş. tarafından üretilen yağsız süt tozu kullanılarak standardize edilmiştir. Yoğurt üretimi için starter kültür olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'u 1:1 oranında içeren kültür karışımı (Peyma - Chr. Hansen A/S, İstanbul, Türkiye) kullanılmıştır. Yoğurdu zenginleştirmek için kullanılan tam olgunlaşmamış buğday ununun yoğurt pıhtısının oluşumu sırasında kabın dibine çökmesini önlemek amacıyla yoğurt sütüne %0.03 oranında κ-karregenan (Sigma-Aldrich Chemical Company, Inc., USA) ilave edilmiştir.

Yoğurdu zenginleştirme için S.Ü. Sarıcalar Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nden iki farklı olgunlaşma aşamasında (süt olum ve sarı olum aşamalarının sonu) hasat edilen *Triticum durum* buğdayının Soylu Makarnalık Buğday çeşidi kullanılmıştır. S.Ü. Sarıcalar Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nden 2013 ve 2014 yıllarında *Triticum durum* buğdayının Soylu Makarnalık Buğday çeşidi, farklı olgunlaşma aşamalarında (süt olum ve sarı olum aşamalarının sonu) hasat edilmiştir. Çiçeklenmeden 20 gün sonra 30 Mayıs 2013 tarihinde tanede nem miktarı %65 iken birinci hasat gerçekleştirilmiştir. 10 Haziran 2013 tarihinde ise tanedeki nem miktarı %50'ye düştüğünde ikinci hasat yapılmıştır.

İkinci tekerrürlerin üretiminde kullanılacak olan buğdaylar aynı çiftlikten 2014 yılında tekrar hasat edilmiştir. İlk hasat tanede nem miktarı %66.7 (10 Haziran çiçeklenmeden 20 gün sonra) ve ikinci hasat ise tanede nem miktarı %53 (20 Haziran) iken gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen buğdaylar demetler halinde açık havada kurumaya bırakılmış, daha sonra harman makinasından geçirilerek sap ve samanlarından ayrılıp, üretime kadar geçen süre içinde +4 °C'de depolanmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme Planı

Prebiyotik ve diğer fonksiyonel özelliklerinden faydalanmak üzere olgunlaşma öncesi iki farklı safhada hasat edilen *Triticum durum* buğdayının Soylu Makarnalık Buğday çeşidi tam un şeklinde öğütüldükten sonra, 4 farklı düzeyde (% 0, 1, 2, 3) yoğurt sütüne katılanmış ve yoğurt örnekleri üretilmiştir. Denemeler; buğday faktörü 2 seviye × doz faktörü 4 seviye × 2 tekerrürlü yapılmıştır. Tekerrürler 2 paralel halinde yapılmış ve analizler her bir tekerrürde iki paralel olacak şekilde yürütülmüştür. Böylece her bir parametre, faktöriyel deneme desenine göre $2 \times 4 \times 2 \times 2 = 32$ örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. İki farklı olgunlaşma safhasında hasat edilen buğdaylardan tam buğday ununun üretimi

Hasat edildikten sonra harmanlanıp sap ve kabuklarından ayrılan buğday taneleri laboratuvar tipi çekiçli değirmende (Falling Number-3100 Laboratuvarı Mill, Perten Instruments AB, Huddinge, İsveç), 1 mm'lik elekten %100 randımanla öğütülerek tam buğday unu haline getirilmiştir.

3.2.3. Yoğurt örneklerinin üretimi

Temin edilen inek sütünün süt yağsız kurumadde içeriği yağsız süt tozu ile %12'ye standardize edilmiştir. Sonra eşit miktarda kaplara ayrılıp içerisine % 0, 1, 2 ve 3 oranlarında tam olgunlaşmadan iki farklı safhada hasat edilen (süt olum ve sarı olum safhaları) buğdaylardan elde edilen tam unlar katılanmıştır. Katkının yoğurt dibine çökmesini önlemek amacıyla %0.03 oranında κ-karregenan ilave edilip, homojen hale gelinceye kadar Ultra-Turrax blender ile karıştırılmıştır. 90 °C'de 10 dk ısıtma işlemi tabii tutulmuştur. Isıtma işlemi sonrası yaklaşık 45±1°C'ye kadar soğutulan süte %3 oranında yoğurt kültürü inoküle edilip 43 ±1 °C'de pH 4.6 oluncaya kadar inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda yoğurtlar +4 °C'ye soğutulup çeşitli parametrelerin takibi için yine buzdolabı şartlarında 28 gün boyunca depolanmıştır.

3.2.4. Hammaddeye yapılan analizler

3.2.4.1. Çiğ sütte yapılan analizler

3.2.4.1.1. Kurumadde tayini

AOAC 990.20 metodu uygulanarak çiğ sütün toplam kurumadde içeriği belirlenmiştir (AOAC, 1998).

3.2.4.1.2. Yağ tayini

Çiğ sütte yağ tayini AOAC 2000.18'a göre Gerber yöntemiyle yapılmıştır (AOCC, 2002).

3.2.4.1.3. Protein tayini

Çiğ sütte protein tayini AOAC 991.20' a göre Kjeldahl metoduyla yapılmış ve 6.38 çarpım faktörü kullanılarak protein miktarları hesaplanmıştır (AOAC, 1998).

3.2.4.1.4. Kül tayini

Çiğ süt örneklerinde kül miktarı AOAC 945.46 metodu uygulanarak belirlenmiştir (AOAC, 1998).

3.2.4.1.5. pH tayini

Yoğurt üretiminde kullanılacak çiğ sütün pH ölçümleri; (pH 4.01 ve pH 7.01 tampon çözeltileri kullanılarak kalibre edilen) dijital tip pH metre (WTW pH315 i / set) kullanılarak yapılmıştır (Metin, 2008).

3.2.4.1.6. Titrasyon asitliği tayini

Çiğ sütlerde asitlik tayini alkali titrasyon yöntemine göre yapılmıştır. Alkali olarak 0.1 N NaOH kullanılmış ve sonuçlar % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (Metin, 2008).

3.2.4.2. Buğday unlarına yapılan analizler

3.2.4.2.1. Kurumadde tayini

Buğday unlarında, 135 °C'de 2 saat kurutma normu uygulanarak (AACC 44-19) belirlenmiştir (AACC, 1990).

3.2.4.2.2. Protein tayini

Protein tayini Kjeldahl metoduyla yapılmış (AACC 46-12) olup, 5.70 çarpım faktörü kullanılarak un örneklerinin protein miktarı hesaplanmıştır (AACC, 1990).

3.2.4.2.3. Kül tayini

Un örneklerinin kül tayini AACC 08-01 metodu uygulanarak, 550 °C'de açık gri kül elde edilinceye kadar yakılmasıyla gerçekleştirilmiştir (AACC, 1990).

3.2.4.2.4. Mineral madde tayini

Mineral madde analizi; ICP-AES (İndüktif eşleşmiş plazma atomik emisyon spektrofotometresi; Vista series, Varian International, AG, İsviçre) cihazında gerçekleştirilmiştir. 1 g örnek 10 ml H₂SO₄ kullanılarak yaş yakma ile yakılmış, H₂O₂ ile açma işlemi yapılmış ve elde edilen süzüklerde Ca, Mg, P, Fe, Zn, K ve Cu miktarları tayin edilmiştir (Skujins, 1998).

3.2.4.2.5. Fitat fosforu ve fitik asit tayini

Fitik asit analizi için 0.3 g örnek 50 ml 0.2 N HCl ile 2.5 saat 35°C'de çalkalamalı su banyosunda tutulup ekstrakte edilmiştir. Elde edilen ekstraktan 0.5 ml alınarak üzerine 1 ml amonyum demir (III) sülfat çözeltisi eklenip, 30 dk kaynar su banyosunda tutulmuştur. Kaynama sonunda 15 dk buz banyosunda bekletilerek oda sıcaklığına kadar soğuması sağlanmıştır. Serum kısmında serbest kalan demir miktarı, bipyridin çözeltisiyle renklendirilip spektrofotometrik yolla 519 nm'de absorbansı okunarak belirlenmiştir. Bulunan fitat fosforu değeri 3.546 katsayısı ile çarpılarak fitik asit miktarı tespit edilmiştir (Haug ve Lantzsch, 1983).

3.2.4.2.6. Nişasta miktarı tayini

Tam un örneklerinde nişasta tayini için; 5 g örnek üzerine 50 ml %1 lik HCl çözeltisi ilave edilmiştir. Bunu takiben çalkalamalı kaynar su banyosunda 15 dakika bekletilmiştir. Örneklerin üzerine 35 ml saf su eklenerek soğutulmuştur. Soğuyan örnekler 10 ml Fosfor Wolfram asidi eklenerek azotlu maddelerin çökmesi sağlanmıştır. Bu işlemi takiben örneklerin hacmi 100 ml ye saf su ile tamamlanmıştır. Filtre kağıdından (Whatman No:1) süzülen süzüntü polarimetre tüpüne alınarak çevirme derecesi ölçülmüştür. Nişasta miktarı aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (Uluöz, 1965; Lees, 1968).

$$\% \text{ Nişasta miktarı} = a \times 5.4734 \quad (3.1)$$

a: Polarimetrede okunan çevirme faktörü

3.2.4.2.7. Toplam fenolik madde tayini

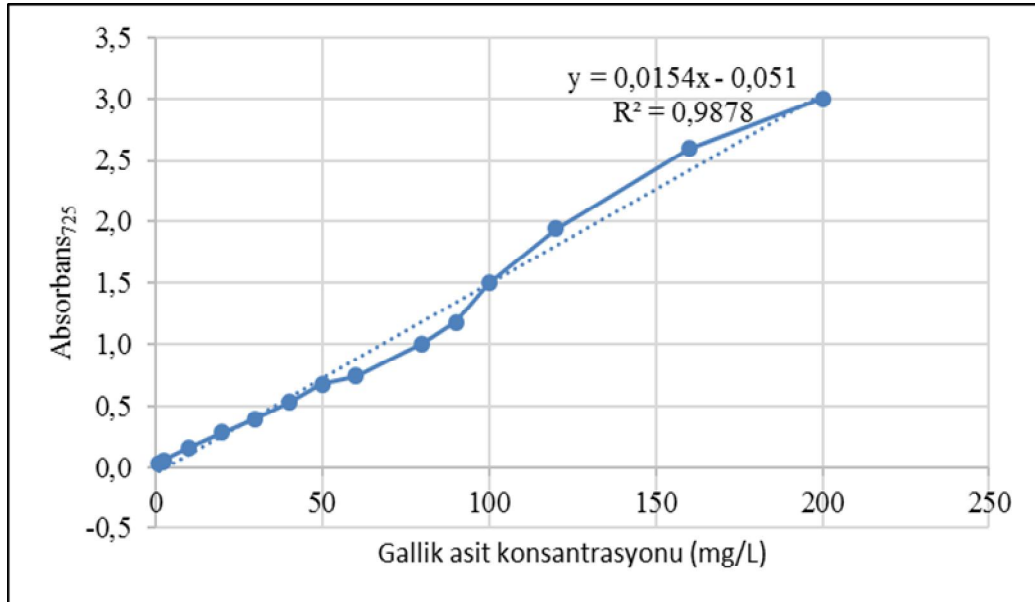
Ekstraksiyon; buğday unlarından ekstrakte hazırlama Rizzello ve ark. (2010) tarafından önerilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. 1 gr tam un örneği 10 ml %80'lik metanol ile oda sıcaklığında 2 saat ekstrakte edilmiş ve 7200 rpm'de 4 °C'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Elde edilen ekstrakt süzme kağıdından (Whatman No:1) süzülerek berrak halde ayrılmış, toplam antioksidan aktivite ve fenolik madde tayinlerinde bu ekstraktlar kullanılmıştır.

Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde McCue ve Shetty (2003) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Toplam fenolik madde tayini için, 1 ml ekstrakt, 1 ml %95' lik etanol, 5 ml saf su ve 0.5 ml Folin-Ciocalteu (1:1 folin/saf su) karıştırılarak 5 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Süre sonunda 1 ml Na₂CO₃ (5 % w/w) ilave edilmiş ve tekrar vortekste karıştırılmıştır. Karışım oda sıcaklığında 60 dakika inkübe edilmiş ve absorbanslar spektrofotometre (Optizen) ile 725 nm'de ölçülmüştür. Toplam fenolik madde, 1 g örnekte µg gallik asit eşdeğeri olarak belirtilmiştir.

3.2.4.2.8. Toplam antioksidan aktivite tayini

SABU ve SUBU örneklerinin antioksidan özellikleri DPPH ve ABTS⁺ radikallerini süpürme aktivitelerine göre belirlenmiştir.

DDPH süpürücü antioksidan aktivite yöntemi bir serbest radikal olan DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) radikalinin antioksidan madde tarafından yakalanarak koyu mor renginin açılmasının spektrofotometrede ölçülerek tayin edilmesine dayanmaktadır (Blois, 1958).



Şekil 3.1. Gallik asit standart eğrisi

ABTS⁺ flavonoidler, hidroksisinnamatlar, karotenoidler ve plazma antioksidanları da dahil olmak üzere hem lipofilik hem de hidrofilik antioksidanların belirlenmesinde uygulanabilen dekolorizasyon (renk giderimi) prensibine dayanan bir yöntemdir.

ABTS⁺ [2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit)] molekülünün potasyum persülfat ile oksidasyonu sonucu ABTS⁺ radikal monokatyonu oluşmakta ve hidrojen veren antioksidanların varlığında indirgenmektedir. Dolayısıyla mevcut olan antioksidan konsantrasyonuna kantitatif olarak karşılık gelen bir absorbans azalmasından yararlanarak toplam antioksidan kapasite Troloks cinsinden bulunmaktadır (Re ve ark., 1999).

DPPH serbest radikalleri süpürme yöntemi ile antioksidan aktivite tayini

DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) solüsyonu kullanılarak Brand-Williams ve ark. (1995) tarafından önerilen modifiye edilmiş yönteme göre belirlenmiştir. DPPH, 100 µM oranında metanol içerisinde hazırlanmıştır. Taze olarak hazırlanan 100 µl ekstrakt, 900 µl tris HCl (pH 7.4) ve 2 ml DPPH çözeltisi ile karıştırılmış ve hazırlanan bu karışım karanlık bir ortamda oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmiştir. Kontrol olarak örnek yerine %80'lik metanol kullanılmıştır. Absorbanslar 30. dakikada spektrofotometrede (Optizen) 517 nm'de metanolla sıfırlanarak ölçülmüştür. DPPH radikalinin inhibisyon oranı aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{İnhibisyon} = (\text{Kontrol absorbansı} - \text{Örnek absorbansı} / \text{Kontrol absorbansı}) \times 100 \quad (3.2)$$

ABTS⁺ radikal süpürme yöntemi ile antioksidan aktivite tayini

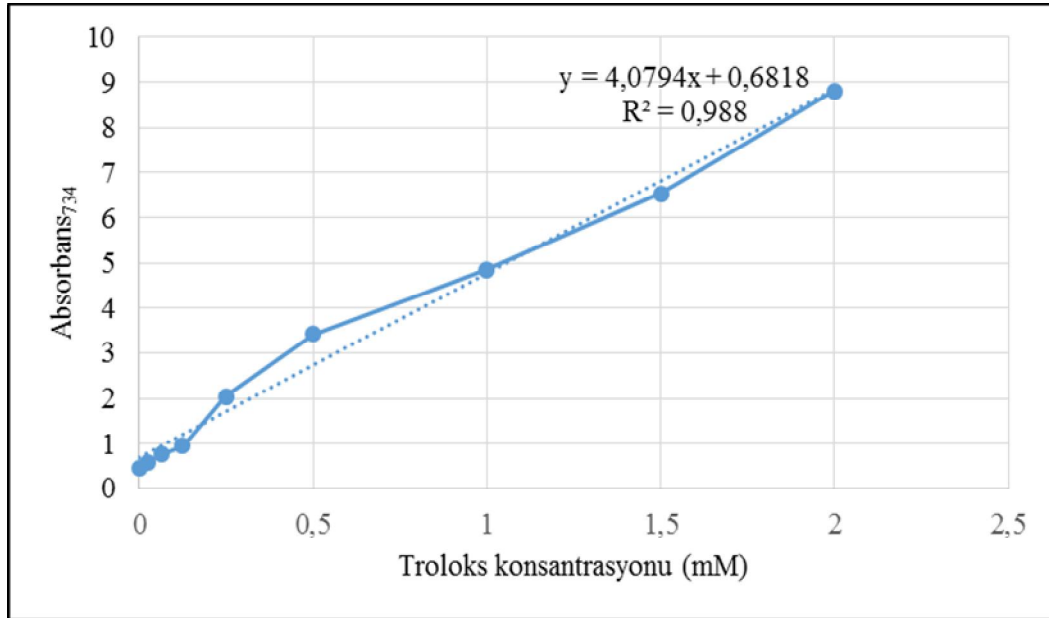
Örneklerde ABTS⁺ radikal süpürme yöntemi ile antioksidan kapasitesi tayini için 2.45 mM potasyum persülfat içeren 7 mM'lık ABTS⁺ çözeltisi hazırlanmıştır. Bu amaçla 0.0165 g potasyum persülfat tartılmış ve 10 ml'ye seviye tamamlanarak saf su içinde çözüldürülmüştür. Daha sonra 0.0384 g 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) (ABTS⁺) tartılıp, 10 ml lik balon joje içine konulmuştur. Üzerine hazırlanan 2.45 mM potasyum persülfat çözeltisinden 2 ml ilave edilip, hacim 10 ml ye saf su ile tamamlanmıştır. 2.45 mM potasyum persülfat içeren 7 mM'lık ABTS⁺ çözeltisi oda sıcaklığında ve karanlık ortamda 12-16 saat süresince bekletilerek ABTS⁺

radikal kation çözeltisinin oluşması sağlanmıştır. Hazırlanan çözelti analiz sırasında 734 nm'de 30°C'de 0.7 (± 0.02) absorbans verecek şekilde 5 mM tuzlu fosfat tampon çözeltisi (pH 7.4) ile seyreltilmiştir. Mikro küvet içerisine seyreltilmiş ABTS^{•+} radikal çözeltisinden 1 ml alınıp üzerine 10 µl önceden hazırlanan örnek ekstraktı (%80'lik metanolde çözünen ekstrakt) veya standart eklenerek toplam 6 dakika boyunca 30°C'da 1'er dakika ara ile absorbans değerleri spektrofotometrede (Optizen) okunarak kaydedilmiştir. 3 farklı örnek hacminde (10 µl, 20 µl ve 30 µl) çalışılarak örnek miktarlarına bağlı inhibisyon oranları belirlenmiştir.

Yüzde inhibisyon değerleri örnek miktarına karşı grafiğe aktarılıp örneğe ilişkin eğri ve bu eğriyi tanımlayan eşitlik elde edilmiştir. Absorbanstaki azalma troloks (TEAC) olarak hesaplanmıştır. Troloks standartları 5-20 µl arasında değişen miktarlarda hazırlanmıştır. Analiz her örnek için 3 paralel olacak şekilde yapılmıştır. İnhibisyon yüzdesi ve TEAC değeri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Re ve ark., 1999).

$$\% \text{ İnhibisyon} = (A_{734} \text{ kontrol} - A_{734} \text{ örnek}) / A_{734} \text{ kontrol} \times 100 \quad (3.3)$$

$$\text{TEAC (mM troloks/g örnek)} = (\text{Örneğe ait inhibisyon eğrisinin eğimi} / \text{Troloks standart eğrisinin eğimi}) \times \text{Seyreltme faktörü} \quad (3.4)$$



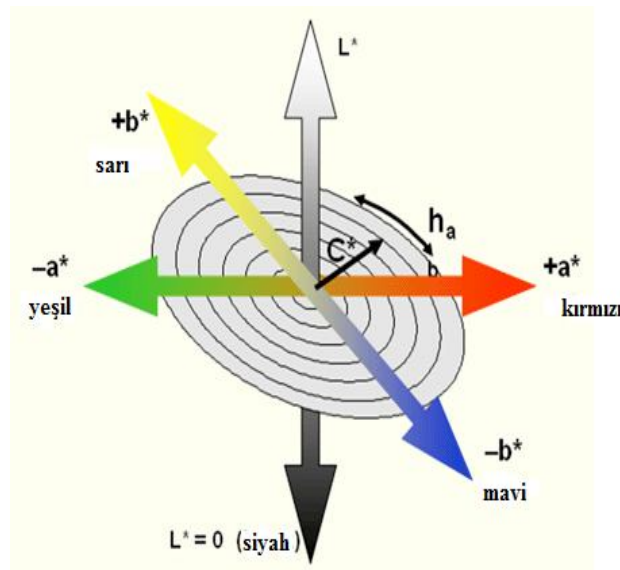
Şekil 3.2. Troloks standart eğrisi

3.2.4.2.9. Renk tayini

Tam buğday ununun rengi Minolta CR 400 cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Renk skalası; L^* değeri [(0) siyah-(100) beyaz], a^* değeri [(+60) kırmızı, (-60) yeşil] ve b^* değeri [(+60) sarı, (-60) mavi] şeklinde CIE $L^*a^*b^*$ renk koordinat sistemine göre değerlendirilmiştir. Chroma (C^* , renk yoğunluğu) değeri $[a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$ formülü ile (Cornejo ve Rosell, 2015a), Hue (h° , renk tonu) değeri ise $a^* > 0$ ve $b^* > 0$ ise Hue= $\arctan [b^*/a^*]$; $a^* < 0$ ve $b^* > 0$ ise Hue= $\arctan [b^*/a^*]+180^\circ$ formülleri kullanılarak hesaplanmıştır (McLellan ve ark., 1995).

3.2.4.2.10. Aroma ve uçucu bileşenlerin belirlenmesi

Örneklerdeki aroma ve uçucu bileşenlerin analizi GC/MS (GC 7890 A model (Agilent, USA) gaz kromatografisi ile Lee ve ark. (2003)' a göre gerçekleştirilmiştir. 3 g örnek 20 ml'lik viallere alınıp, üzerine 3 ml NaCl çözeltisi (%10, w/v) ve 10 μ l IS (81 ppb; metanol içerisinde 2 metil-3 heptanon ve 2-metil pentanoik asit) eklenerek 50 $^\circ$ C' de 30 dk ısıtıcılı karıştırıcıda karıştırılmıştır. Uçucu bileşenlerin ekstraksiyonu solventsiz ekstraksiyon tekniği olan SPME ile gerçekleştirilmiştir. 75 μ m carboxen/polidimetil siloksan fiber (CAR/PDMS, Supelco, PA, USA) 50 $^\circ$ C'de 30 dk ve bu süre sonunda fiberin aroma bileşenlerinin absorpsiyonu sağlanarak headspace koşullarına maruz bırakılmış ve GC/MS cihazına enjekte edilmiştir.



Şekil 3.2. CIE L^* , a^* , b^* , Hue ve Chroma renk koordinat sistemi (Anonim, 2017)

Analizde kullanılan GC/MS'in analiz koşulları aşağıda verilmiştir.

Kolon: DB-Wax (30 m × 320 µm × 0.25 µm)

Enjeksiyon sıcaklığı: 250 °C

He akış hızı: 1. ml/dk

Splitless Inlet

Dedektör sıcaklığı: 250 °C

Scan mode: 35-500 m/z at 3.12 scans/s

Threshold: 150

Fırın Sıcaklık Programı

Artış	Sıcaklık	Bekleme
	50 °C	10 dk
5 °C/dk	110 °C	-
10 °C/dk	250 °C	10 dk

3.2.4.2.11. Fruktooligosakkarit tayini

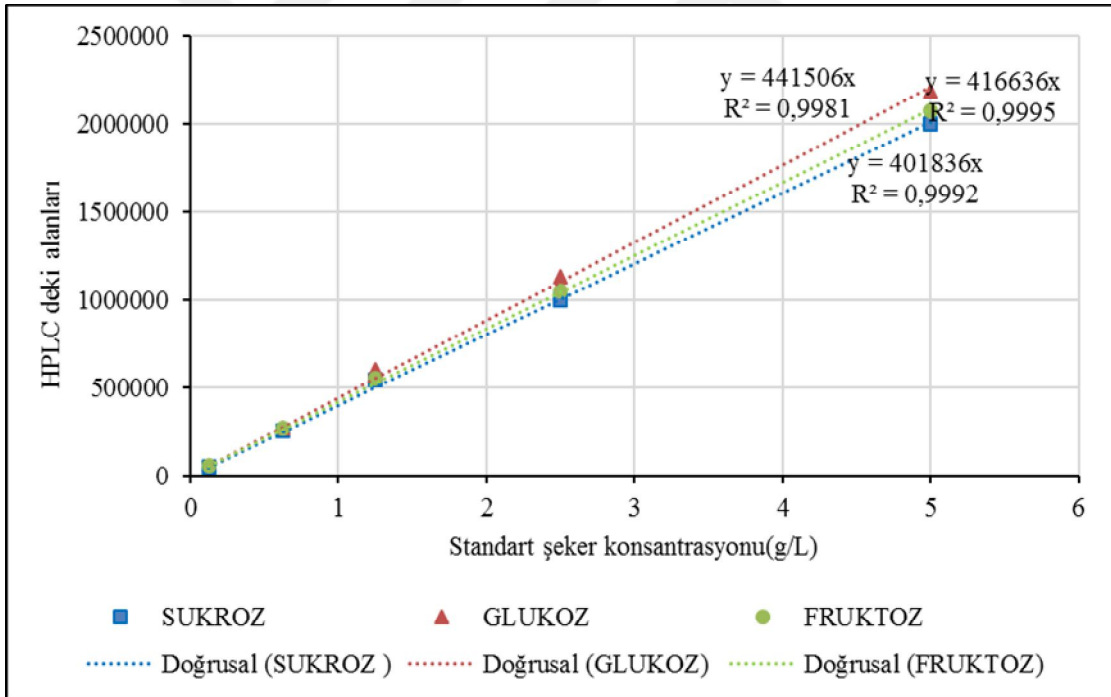
Tam buğday unlarının fruktooligosakkarit miktarı Prosky ve Hoebregs (1999)'a göre belirlenmiştir. İnülinaz enzimiyle gıda ürününün enzimatik muamelesine dayanan bu yöntemde, muamele sonucu açığa çıkan serbest şekerlerin miktarı belirlenmektedir. Fruktozların ekstraksiyonu için; homojen hale getirilmiş 5 g un örneği 100 ml kaynamış su içerisinde ilave edildikten sonra 85 °C'de 10 dk çalkalamalı su banyosunda bekletilmiştir. Oda sıcaklığına soğutulan ekstraktan bir miktar şeker analizi (1) için ayrılmıştır. Enzimatik hidroliz aşamasında ise; elde edilen bu ekstraktan 5 g alınıp üzerine 5 ml asetat buffer (pH 4.5) ilave edilmiştir. 50 mg nişasta için 1 mg amiloglikozidaz (Sigma- 51 U/mg) ilave edilmiştir. Enzimatik hidroliz için 60 °C'de 30 dk çalkalamalı su banyosunda inkübe edilmiştir. Oda sıcaklığına soğutulan amiloglikozidaz ile muamele görmüş örnekler şeker analizi (2)'ye tabi tutulmuştur. Ayrıca ayrıca bu ilk hidrolizattan 5 g alınıp yeterli miktarda fruktoz ilave 100 mg fruktan için 56 mg fruktozim (Novo-1.8 U/mg) ilave edilmiştir. Enzimatik hidroliz için 60 °C'de 30 dk çalkalamalı su banyosunda inkübe edilmiştir. Oda sıcaklığına soğutulan hidrolizat şeker analizi (3)'ne tabi tutulmuştur. Şeker konsantrasyonlarına göre hidrolizatlar HPLC analizinden önce ultra saf su ile seyreltilmiştir.

HPLC analizleri:

Sıvı örneklerdeki monosakkaritler yüksek performans sıvı kromatografisi (HPLC) sistemi ile analiz edilmiştir. Örnekler önce santrifüjleme ile temizlenmiş ve analiz öncesi 0.45 µm gözenek çaplı membran filtreden geçirilmiştir. Örnekler analiz sırasında kullanılacak akışkan faz (Ultra saf su) ile seyreltilmiştir.

Monosakkarit analizleri için kurşun iyonik formlu kolon kullanılmıştır, saptama kırılma indisi (RI) detektör ile yapılmıştır. Kurşun formlu kolonda akışkan faz olarak su kullanılmış, akış hızı 0.6 ml/dk olmuştur. Analizlerdeki kolonun sıcaklığı 80 °C'dir.

Analiz edilen tüm maddeler için derişimleri bilinen çözeltilerle hazırlanacak standartlar kullanılmıştır. Beş ayrı derişimdeki standart kullanılarak çizilmiş (Şekil 3.3) olan kalibrasyon eğrileri kullanılarak bilinmeyen örneklerdeki derişimler hesaplanmıştır.



Şekil 3.3. Standart şekerlerin kalibrasyon eğrileri

HPLC ile ilgili teknik bilgiler:

Sistem: Perkin Elmer Series 200

Kolon: Phenomenex Rezex RPM, Monosaccharide 300x7.8 mm

Mobil faz: Ultra saf su

Akış hızı: 0.6 ml/dk

Detektör: Kırılma indisi (Refractive index)

Örneklerin fruktan içeriği aşağıdaki formüle (AACC 32-31) göre hesaplanmıştır (AACC, 2001);

$$i = k(Gi + Fi) \quad (3.5)$$

i – fruktan içeriği

$k = [180 + 162(n - 1)]/180n$

n = polimerizasyon derecesi (4)

Gi = fruktandan gelen glukoz

Fi = fruktandan gelen fruktoz

$Gi = Gt - S/1.9 - (Gf + Gm)$

$Fi = Ft - S/1.9 - Ff$

Gt = Toplam serbest glukoz *Ft* = Toplam serbest fruktoz

S = Örnekte bulunan ilk sakkaroz miktarı

Gm = ilk hidrolizatta multodekstrin ve nişastadan gelen glukoz

Gf = ilk hidrolizatta toplam serbest glukoz

Ff = örnekteki ilk serbest fruktoz

3.2.5. Fermentasyon Kinetiğinin Takibi

Yoğurt örneklerinin inkübasyonu sırasındaki pH değişimleri pH 4.6'ya ulaşmaya kadar her yarım saat aralıklarla takip edilmiştir. Maksimum asidifikasyon hızı (V_{max}), maksimum asidifikasyon hızına ulaştığı süre (T_{Vmax}) ve inkübasyonun tamamlanma süresi (T_e) belirlenmiştir (Medeiros ve ark., 2015).

3.2.6. Yoğurt örneklerine yapılan analizler

3.2.6.1. Kurumadde tayini

Yoğurt örneklerinde toplam kurumadde miktarı 105 °C'de 3 saat kurutma normu uygulanarak AOAC 990.20 'e göre yapılmıştır (AOAC, 1998).

3.2.6.2. Kül tayini

Kurumadde üzerinden AOAC 945.46'ya göre 550 °C'de kül fırınında tüm partiküller yanıcaya kadar tutularak tespit edilmiştir (AOAC, 1998).

3.2.6.3. Protein tayini

AOAC 991.20'ye göre Kjeldahl yöntemi ile azot miktarlarının saptanması yardımı ile belirlenmiştir. Protein oranları, bulunan azot miktarının 6.38 faktörü ile çarpılması ile hesaplanmıştır (AOAC, 1998).

3.2.6.4. Yağ tayini

Yoğurt örneklerinde yağ tayini AOAC 2000.18'a göre Gerber yöntemi uygulanarak yapılmıştır (AOCC, 2002).

3.2.6.5. Mineral madde tayini

Yoğurt örneklerinin fitik asit miktarları, 3.2.4.2.4. başlığında anlatıldığı gibi, Skujins (1998)'e göre ICP-AES cihazında kolorimetrik metot kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.6.6. pH tayini

Yoğurt örneklerinin pH ölçümü daha önceden standardize edilmiş dijital tip pH metre (WTW pH315 i/set) kullanılarak yapılmıştır (Metin, 2008).

3.2.6.7. Titrasyon asitliği tayini

Titrasyon asitliği tayininde; renk dönüşümünün açıkça görülmemesi sebebiyle titrasyon bitiş noktasının kesin olarak saptanamamış ve pH metre kullanılarak potansiyometrik titrasyon tekniği uygulanmıştır. Titrasyon asitliğinin belirlenmesinde 10g yoğurt örneği tartılarak 10ml saf su ile seyreltilir. Titrasyon için 0.1N NaOH

çözeltisi ile fenol ftalein'in renk dönüm noktası olan pH 8.20'ye kadar titre edilmiş ve sonuçlar % laktik asit olarak belirtilmiştir (Metin, 2008).

3.2.6.8. Sinerezis

50 gram yoğurt örnekleri cam huniler içerisine yerleştirilmiş filtre kağıdından (Whatman no:113) oda sıcaklığında (20-24 °C' de) 2 saat boyunca kendi haline süzölmeye bırakılmıştır. 2 saat sonunda ayrılan serum tartılarak % ağırlık olarak hesaplanmıştır (Ye ve ark., 2013).

$$\text{Sinerezise yatkınlık (\%)} = \frac{\text{Ayrılan serum ağırlığı}}{\text{Yoğurt ağırlığı}} \times 100 \quad (3.6)$$

3.2.6.9. Su tutma kapasitesi

Örneklerin su tutma kapasitesi Ye ve ark. (2013) ve Öztürk ve Öner (1999) tarafından belirtilen metodun modifiye şekli kullanılarak belirlenmiştir. 10 g yoğurt örneği (Y) 20 dk 5000 rpm'de +4 °C' de santrifüjlenmiş, ayrılan serum (S) uzaklaştırılmış ve tartılmıştır. STK 100 g yoğurttan ayrılan serum, % ağırlık olarak aşağıda belirtilen formülle hesaplanmıştır.

$$\text{STK(\%)} = 1 - \left(\frac{S}{Y}\right) \times 100 \quad (3.7)$$

3.2.6.10. Su aktivitesi tayini

Su aktivitesi ölçümleri Aqualab (Model Series 3TE; Decagon Devices Inc., Pullman, WA, USA) cihazı ile belirlenmiştir. Cihazın kalibrasyon için standart olarak saf su (1.000 ± 0.003%) kullanılmıştır.

3.2.6.11. Toplam fenolik madde tayini

Ekstraksiyon; yoğurt örneklerinden ekstrakt hazırlama, Shibani ve ark. (2012) tarafından önerilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. 5 gr yoğurt örneğine 25 ml %80 lik metanol ilave edilmiş ve 7200 rpm'de 4 °C' de 10 dk santrifüj edilmiştir. Elde

edilen ekstrakt süzme kağıdından (Whatman No:1) süzülerek berrak halde ayrılmış, toplam antioksidan aktivite ve fenolik madde tayinlerinde bu ekstraktlar kullanılmıştır.

Yoğurt örneklerinin ekstraktlarında toplam fenolik madde değerleri 3.2.4.2.7. başlığı altında anlatılan şekilde belirlenmiştir.

3.2.6.12. Toplam antioksidan aktivite

Örneklerin antioksidan özellikleri DPPH ve ABTS⁺⁺ radikallerini süpürme kapasitelerine göre belirlenmiştir.

3.2.6.12.1. DPPH serbest radikalleri süpürme kapasitesi ile antioksidan aktivite tayini

DPPH serbest radikalleri süpürme yöntemi ile antioksidan aktivite tayini 3.2.4.2.8. başlığı altında belirtilen metoda göre gerçekleştirilmiştir.

3.2.6.12.2. ABTS⁺⁺ serbest radikal süpürme yöntemi ile antioksidan aktivite tayini

Ekstrakte edilen yoğurt örneklerinde ABTS⁺⁺ radikal süpürme yöntemi ile antioksidan aktivite tayini 3.2.4.2.8. başlığında belirtilen şekilde yapılmıştır.

3.2.6.13. Fitat fosforu ve fitik asit tayini

Hazırlanan yoğurt örneklerinin fitik asit miktarları, 3.2.4.2.5. başlığında anlatıldığı gibi Haug ve Lantzsch (1983)'e göre yapılmıştır.

3.2.6.14. Nişasta miktarı tayini

Hazırlanan yoğurt örneklerinin nişasta miktarları tayini, 3.2.4.2.6. başlığında anlatıldığı gibi Uluöz (1965) ve Lees (1968)'e göre yapılmıştır.

3.2.6.15. Tekstür profil analizi

Hazırlanan yoğurtların tekstür profil analizleri Najgebauer-Lejko ve ark. (2014)'ın belirlediği yöntemin modifiye edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Yoğurt örneklerinin sertlik (firmness), kıvam (consistency), yapışkanlık (cohesiveness) ve viskozite indeksi (viscosity index) değerleri 5 kg yük hücrelerine sahip TA.XT2 tekstür profil analiz cihazı ile geri ekstrüzyon prob kullanılarak belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin tekstür profillerinin ölçülmesinde 35 mm çapındaki silindirik prob kullanılmıştır. Probun hızı tets öncesi 1mm/sn ye sabitlenmiş ve silindirik kaplardaki yoğurt örneklerinin içerisine 30 mm boyunca daldırılmıştır. Prob üzerine uygulanan kuvvet otomatik olarak kaydedilmiştir. Her kapta 150 ml yoğurt (iç çap: 60mm, yükseklik: 66 mm) bulunmaktadır ve örnekler ölçümlerin hemen öncesi +4°C'deki depolama ortamından alınmıştır. Sonuçlar iki ölçümün ortalaması olarak verilmiştir. Kuvvet-zaman grafiklerinden Stable Micro Systems (Godalming, İngiltere) yazılımı kullanılarak örneklerin tekstürel özellikleri hakkında bilgi veren parametrelere ait değerler elde edilmiştir. Tekstür profili analiz değerleri sertlik (g), kıvam (g.sn), yapışkanlık (g) ve viskozite indeksi (g.sn) olarak ifade edilmiştir.

3.2.6.16. Aroma ve uçucu bileşenlerin belirlenmesi

Örneklerdeki aroma ve uçucu bileşenlerin analizi GC/MS (GC 7890 A model (Agilent, USA) gaz kromatografisi ile Lee ve ark. (2003)'a göre 3.2.4.2.10. başlığında belirtildiği şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.2.6.17. Toplam fruktan miktarı (FOS) tayini

Tam olgunlaşmamış buğday unları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin fruktooligosakkarit miktarı Prosky ve Hoebregs (1999)'a göre belirlenmiştir. Fruktanların ekstraksiyonu için; homojen hale getirilmiş yoğurt örneklerinden 30 g alınmış ve 40 ml kaynar su ile ve edilerek (pH 6.5-8.0 arasına 0.05 mol/L ve 0.05 mol/L HCl ile hızla ayarlanmıştır) 85 °C'de 10 dk çalkalamalı su banyosunda bekletilmiştir. Oda sıcaklığına soğutulan ekstraktan bir miktar şeker analizi (1) için ayrılmıştır. Enzimatik hidroliz aşamasında ise; ekstraktların enzimatik hidrolizleri ve hidrolizatların şeker analizleri 3.2.4.2.11. başlığı altında anlatıldığı gibi belirlenmiştir.

3.2.6.18. Renk tayini

Örneklerin renk yoğunlukları 3.2.4.2.9' da anlatıldığı gibi belirlenmiştir.

3.2.6.19. Mikrobiyolojik analizler

Yoğurt örnekleri (10g) steril stomacher torbalarına aseptik şartlar altında tartılarak üzerine 90 ml %0.1 peptonlu su eklenip 90 s stomacher ile homojenize edilmiştir. Daha sonra uygun oranda dilüsyonlar hazırlanmış ve standart yayma yöntemi uygulanarak mikroorganizma sayımı gerçekleştirilmiştir. İnkübasyon sonrasında petrilere oluşan 3-300 arası koloniler sayılıp sonuçlar koloni oluşturan birimin logaritması (log kob/g) olarak verilmiştir. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayımı için MRS agar kullanılmıştır. Petrilere anaerobik olarak 42 °C'de 72 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrasında oluşan düzensiz beyaz renkteki koloniler sayılarak *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı log kob/g olarak belirlenmiştir. *Streptococcus thermophilus* sayımında M17 agar (Merck, pH 7.1) kullanılmış, inoküle edilen petrilere 37 °C'de 48 saat aerobik şartlar altında inkübe edilmiştir. Maya-küf sayımı PDA'da (Patato Dextrose agar) 25 °C'de 96-120 saat inkübasyon sonunda yapılmıştır. Toplam koliform grubu VRB agarda (Violet Red Bile Agar) 35 °C'de 24 saat inkübe edilerek belirlenmiştir (Anonim, 1997).

3.2.6.20. Duyusal analizler

Farklı katkılama oranlarında hazırlanan yoğurtlar 28 gün boyunca +4 C'de depolanmış ve duyusal analizler depolamanın 1., 7., 14., 21. ve 28. Günlerinde yapılmıştır. Duyusal analizler Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde görevli 30-50 yaşları arasındaki 9 kişilik panelist grup ile TS 1330 Yoğurt Standardında belirtilen yoğurt kalite kriterlerine göre puan verme yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Yoğurtlar görünüş, kıvam (ağızda), kıvam (kaşıқта), koku ve tat kriterleri açısından değerlendirilmiştir. Duyusal muayene puan cetveli Ek 1'de verilmiştir (Anonim, 2006).

3.2.6.21. Raf ömrü

Hazırlanan yoğurtlar 28 gün boyunca +4 C'de depolanacak ve depolamanın 1., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde de pH, asitlik, su tutma kapasitesi, su aktivitesi, nişasta miktarı tayini, mikrobiyolojik analizler, antioksidan, fitik asit, renk ve duyusal analizleri yapılmıştır. Aroma ve fruktooligosakkarit analizleri depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde belirlenmiştir. Kurumadde, protein, kül, yağ ve mineral madde analizleri sadece depolamanın 7. günü belirlenmiştir.

3.2.7. İstatistikî analizler

İstatistikî analizlerde SPSS PASW 18 istatistik programı kullanılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulup; farklılıkları istatistikî olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi (MstatC) uygulanarak karşılaştırılmıştır. İstatistikî analiz sonuçları tablolar halinde özetlenmiş, önemli bulunan interaksyonlar ise şekiller üzerinde tartışılmıştır (Gürbüz ve ark., 2003).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hammadde Analiz Sonuçları

4.1.1. Yoğurt sütüne yapılan analiz sonuçları ve tartışma

Yoğurt üretiminde kullanılan süte ait toplam kurumadde, yağ, protein, kül ve asitlik ile ilgili analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yoğurt sütünün bazı fizikokimyasal bileşenlerinin analiz sonuçlarının ortalaması ve standart sapması (n=2)

	Çiğ süt	Standardize süt
Kurumadde (%)	12.44±0.08	16.08±0.09
Yağ (%)	4.00±0.14	3.82±0.12
Protein^{1,2} (%)	3.85±0.08	4.97±0.06
Kül¹ (%)	0.76±0.11	0.96±0.01
Titrasyon asitliği (°SH)	7.63±0.13	10.51±1.43
pH	6.74±0.01	6.65±0.03

¹Kurumadde esasına göre ²N x 6.38

Yoğurt yapımında kullanılan çiğ sütün süt yağsız kurumaddesi ortalama %8.44’den %12’ye yağsız süt tozu ilavesi ile standardize edilmiştir. Çiğ sütün kurumadde, yağ, protein ve kül miktarları sırasıyla ortalama %12.44±0.08, 4.00±0.14, 3.85±0.08 ve 0.76±0.11 olarak tespit edilmiştir. Standardize edilmiş yoğurt sütünün artan kurumadde, protein ve kül miktarları sırasıyla ortalama % 16.08±0.09, 4.97±0.06 ve 0.96±0.01 olarak tespit edilmiştir. Standardize sütün yağ miktarı ise yağsız süt tozu ilavesine bağlı kurumadde içinde oransal olarak azaldığı için % 3.82±0.12’ye düştüğü belirlenmiştir.

Titrasyon asitliği çiğ sütte 7.63±0.13°SH olarak belirlenirken standardizasyondan sonra asitlik 10.51±1.43 °SH’ya yükselmiştir. Ayrıca sütteki kurumadde standardizasyonu pH değeride bir miktar azalmaya neden olmuştur. Toplam asitlikteki bu artışın standardizasyon için ilave edilen yağsız süt tozundan gelen kazein, fosfat, sitrat, albümin, globülin ve karbondioksitten kaynaklandığı ifade edilebilir (Metin, 2012).

Türk gıda kodeksi çiğ süt ve ısıtılmış işlem görmüş içme sütleri tebliğine göre çiğ inek sütünün protein oranı en az %2.8, yağ oranı en az %3.5, süt yağsız kurumadde oranı %8.5 ve toplam asitliği %0.135-0.2 (laktik asit cinsinden) aralığında olması

gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2009b). Yoğurt üretimi için temin edilen çiğ inek sütünün ilgili kodekste verilen çiğ sütün kimyasal bileşimine uygun özellikler taşıdığı belirtilebilir.

4.1.2. Tam olgunlaşmamış buğdaylardan elde edilen unlarda yapılan analiz sonuçları ve tartışma

Yoğurdu zenginleştirmek için kullanılan olgunlaşmamış buğday unlarına ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.2’de; aroma ve uçucu bileşenlerin bağlı miktarları ise Çizelge 4.3’de verilmiştir. Süt olum safhasında hasat sırasında buğdaylardaki nem miktarı %65.85±1.20 iken, sarı olum safhasında %51.5±2.12 olarak belirlenmiştir. Buğday tanelerinde olgunlaşma ilerledikçe kurumadde birikimine bağlı olarak nem içeriğinin azalma gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Tam olgunlaşmamış buğday unlarına ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarının ortalaması ve standart sapması (n=2)

	SUBU ¹	SABU ²
Nem (%)	6.17±0.26	10.29±0.62
Kül³ (%)	2.63±0.17	2.32±0.01
Protein^{3,4} (%)	16.99±0.37	16.05±0.42
DPPH (%İnhibisyon)	27.64±1.07	19.37±0.42
ABTS⁺ (mM troloks/g)	0.37±0.04	0.33±0.03
Toplam Fenolik (µg GAE/g)	475.07±2.93	350.39±12.86
Fitik asit (mg/100g)	1613.69±17.11	1549.09±4.95
Fitat fosforu (mg/100g)	454.69±4.28	436.86±1.39
Nişasta (%)	36.78±3.80	55.14±1.36
FOS (g fruktan/100 g örnek)	4.37±0.13	3.76±0.19
Renk		
<i>L</i> [*]	83.33±0.37	84.05±0.13
<i>a</i> [*]	2.55±0.12	1.70±0.11
<i>b</i> [*]	17.95±0.49	17.14±0.21
Hue	81.94±0.15	84.34±0.30
Chroma	18.13±0.50	17.22±0.21
Mineral madde³ (mg/100g)		
Ca	64.86±1.42	52.51±2.46
Cu	0.80±0.02	0.69±0.08
Fe	4.59±0.63	4.02±0.17
K	756.47±28.95	604.03±7.07
Mg	174.31±13.95	148.83±2.40
P	538.31±36.08	504.93±4.05
Zn	3.56±0.07	3.48±0.02

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³Kurumadde esasına göre ⁴N x 5.70

Çizelge 4.3. Tam olgunlaşmamış buğday unlarına ait aroma ve uçucu bileşenlerin bağıl miktarları

Bileşen	SUBU ¹	SABU ²	Bileşen	SUBU ¹	SABU ²
Karboksilik asitler (ppm)			Aldehitler (ppm)		
Heksanoik asit (kaprik asit)	1.91	3.69	trans-2-Heptenal	0.41	1.00
İzovalerik asit	3.32	TE	Nonanal	0.43	10.41
Oktanoik asit (kaprilik asit)	0.21	TE	Oktanal	TE	3.85
2-Metilheptanoik asit	1.13	TE	n-decanal	TE	1.91
Ketonlar (ppm)			Benzaldehit	TE	3.53
3,5-oktadien-2-on	TE	3.73	trans-2-Nonenal	TE	0.57
3-oktanon	TE	0.32	2-Butil-2-oktenal	TE	0.88
2-undekanon	TE	0.29	Furfural	TE	0.38
2-oktanon	TE	1.00	Hidrokarbon (ppm)		
2-nonenon	3.16	23.66	Sitiren	5.56	4.40
6-Metil-5-hepten-2-on	7.83	0.95	n-dodekan	TE	1.09
4-(3'-Tiyenil)-1,5-dihidro-2H-pirol-5-on	7.20	TE	Alkoller (ppm)		
Esterler (ppm)			Nonanol	2.18	0.38
Heksil heksanoat	TE	0.47	1-Tetradekanol	1.06	0.06
Metil heptakosanoat	TE	1.24	2-Heptanol	2.11	0.68
Butil heksanoat	TE	0.65	1-Heksanol	0.35	3.89
Metil miristat	0.39	TE	Benzil alkol	3.37	2.24
Metil nonanoat	4.43	3.02	Fenetil alkol	0.39	
2-Propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester	1.93	2.83	3-Pentanol	TE	2.38
Metil heksonoat	9.61	3.83	1-okten-3-ol	TE	2.99
Propanoik asit, 2-metil-, 2,2-dimetil-1- (2-hidroksi-1-metiletil) propil ester	1.16	TE	3,5-Oktadien-2-ol	TE	1.78
Etil asetat	0.59	TE	Terpenler (ppm)		
			Limonen	1.54	2.43
			Okaliptol	1.50	TE

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un TE: Tespit edilemedi

SUBU ve SABU örneklerinin kül miktarı sırasıyla ortalama 2.63 ± 0.17 ve 2.32 ± 0.01 olarak bulunmuştur. Olgunlaşma safhası ilerledikçe tanedeki kül miktarında azalma tespit edilmiştir. Kül miktarındaki bu azalma literatürle benzerlik göstermektedir. Skarsaune ve ark. (1970), yapmış oldukları bir çalışmada 4 farklı varyetede buğdaylarda olgunlaşma boyunca tanedeki kül miktarlarını tespit etmiştir. Buğday tanelerindeki nem miktarları $69.7-66.7$ aralığında değişim gösterdiğinde kül miktarlarının $2.80-2.17$ aralığında olduğu; ancak nem miktarı $13.60-10.20$ aralığında değişen değerlere düştüğünde kül miktarlarının da $1.60-1.50$ aralığına değişen değerlere düştüğü saptanmıştır. Aynı şekilde olgunlaşma süreci ilerledikçe tanede kül miktarının azaldığı yapılan diğer araştırmalarda da belirtilmiştir (Abou-Guendia ve D'Appolonia, 1972; Dexter ve Matsuo, 1977).

Çizelge 4.2'den görüldüğü üzere aynı şekilde mineral madde miktarları da olgunlaşmaya bağlı olarak azalma göstermiştir. Benzer şekilde sert kırmızı kışlık

buğdaylarda yapılan bir çalışmada, olgunlaşma sürecinde toplanan buğday tanelerinde P, K, Ca ve Cu konsantrasyonlarının kademeli olarak azaldığı, Mg ve Zn konsantrasyonlarının ise nispeten sabit kaldığı rapor edilmiştir (Karlen ve Whitney, 1980).

SUBU ve SABU örneklerinin protein içerikleri sırasıyla ortalama 16.99 ± 0.37 ve 16.05 ± 0.42 olarak tespit edilmiştir. Buğday tanelerinde olgunlaşmaya bağlı olarak protein miktarında bir miktar azalma belirlenmiştir.

Olgunlaşma sırasında tanedeki protein içeriğinin değişiminde bir tutarlılık yoktur. Ancak her durumda olgunlaşmamış buğdayların protein içeriğinin tam olgunlaşmış buğdaylardan %0.5-1.0 oranında daha fazla olduğu yapılan pek çok araştırmada belirtilmiştir (Skarsaune ve ark., 1970; Abou-Guendia ve D'Appolonia, 1972; Dexter ve Matsuo, 1977; Tipples, 1980)

Dexter ve Matsuo (1977), durum buğdaylarında yapmış olduğu çalışmada tane nem içeriğinin %57.6'dan %50.5'e düştüğünde protein içeriğinin %12.3'den %11.8'e düştüğünü, ancak olgunlaşma sonunda %15 tane neminde protein miktarının %14'e çıktığını bildirmiştir.

Süt olum ve sarı olum safhalarında hasat edilen buğdaylardaki protein içeriğinin olgunlaşmaya bağlı olarak azalması, Dexter ve Matsuo (1977)'nin yaptıkları çalışmada buldukları sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Tipples (1980), yaptığı bir çalışmada buğdayda olgunlaşma sırasında tane neminin yaklaşık %75'ten %50 civarına düştüğünde tanedeki toplam protein miktarındaki artışın kurumadde artışına kıyasla daha az oranda olduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda, kurumadde içeriğindeki toplam artışın protein miktarında nispi olarak düşüşe neden olduğu bildirilmiştir. %50 tane neminde minimum değere ulaşan protein içeriğinin, olgunlaşmanın ilerleyen safhalarında azar azar arttığı tespit edilmiştir. Buğday tanesinin minimum protein içeriğine ulaştığı değer ile (yaklaşık %50 tane neminde) olgun buğdaydaki protein içeriği arasındaki farkın %0.5-1.3 aralığında artış gösterdiği saptanmıştır.

Yine farklı bir çalışmada, olgunlaşma sırasında çiçeklenme sonrası 9. günden 45. güne kadar durum buğdayının kimyasal değişimler incelenmiş ve çiçeklenme sonrası 9. gününde protein oranının maksimum değere $\%19 \pm 0.1$ ulaştığı, 17. gününde minimum değere $\%16.5 \pm 0.1$ düştüğü, daha sonra olgunlaşmaya bağlı azar azar artarak 45. güne $\%18.2$ değerine ulaştığı belirtilmiştir (Merendino ve ark., 2006).

SUBU ve SABU örneklerinde toplam fenolik madde miktarları sırasıyla ortalama $475.07 \pm 2.93 \mu\text{g GAE/g}$ ve $350.39 \pm 12.86 \mu\text{g GAE/g}$ olarak belirlenmiştir. Olgunlaşma sırasında tanedeki toplam fenolik madde miktarı buğdayda olgunlaşma ilerledikçe azalma göstermiştir (Çizelge 4.2). Benzer şekilde Kim ve Kim (2016)'de yapmış oldukları çalışmada olgun buğdaylardaki toplam fenolik miktarını ($4.46 \pm 0.16 \text{ mgGAE/g}$) olgunlaşmasını tamamlamamış buğdayların fenolik miktarından ($5.32 \pm 0.10 \text{ mgGAE/g}$) daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

SUBU ve SABU örneklerinin toplam antioksidan içerikleri DPPH ve ABTS⁺ radikallerini süpürme kapasitelerine göre belirlenmiştir. DPPH radikal süpürme yöntemi ile antioksidan aktivite değerleri sırası ile ortalama $\%27.64 \pm 1.07$ ve $\%19.37 \pm 0.42$ olarak belirlenmiştir. ABTS⁺ radikal süpürme yöntemi ile antioksidan aktivite sonuçları ise sırasıyla ortalama $0.37 \pm 0.04 \text{ TEAC mM/g}$ ve $0.33 \pm 0.03 \text{ TEAC mM/g}$ olarak belirlenmiştir. Buğday tanesindeki antioksidan aktivite kapasitesinin buğdayda olgunlaşma ilerledikçe azalma gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Benzer sonuçların ifade edildiği Merendino ve ark. (2006)'nın durum buğdayı üzerine yapmış olduğu bir çalışmada tam olgunlaşmamış buğdayların olgunlaşmış buğdaylara göre antioksidan kapasitesinin daha yüksek olduğu rapor edilmiştir.

Günenç ve ark. (2013), buğday kepeğinin antioksidan kapasitesini araştırmışlardır. Buğday çeşidine ve yetiştirme şartlarına bağlı olarak örneklerin % DPPH değerlerinin $\%19.2 \pm 1.31 \pm 1.8$ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Buğday ruşeyminde yapılan bir çalışmada örneklerin toplam antioksidan içerikleri DPPH ve ABTS⁺ radikallerini giderme aktivitelerine göre belirlenmiştir. Buğday ruşeyminin DPPH % inhibisyon oranı $\%25.54 \pm 0.08$; ABTS⁺ sonuçları ise $32.3 \pm 0.15 \mu\text{mol/g}$ olarak saptanmıştır (Rizzello ve ark., 2010).

SUBU ve SABU örneklerinde fitik asit içerikleri sırası ile ortalama $1613.69 \pm 17.11 \text{ mg/100g}$ ve $1549.09 \pm 4.95 \text{ mg/100g}$, fitat fosforu içerikleri ise ortalama $454.69 \pm 4.28 \text{ mg/100g}$ ve $436.86 \pm 1.3 \text{ mg/100g}$ olarak belirlenmiştir. Olgunlaşma sırasında tanedeki fitik asit ve fitat fosforu değerleri buğdayda olgunlaşmaya ilerledikçe azalma göstermiştir (Çizelge 4.2). Benzer şekilde Lolos ve ark. (1976), yapmış olduğu bir çalışmada 38 farklı buğday çeşidinde fitik asit miktarlarını belirlemiş ve buğdaylardaki fitik asit değerlerinin 620 mg/100g ile 1350 mg/100g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Buğdayda fitik asit sentezi çiçeklenmeden sonra ikinci haftada başlar ve dördüncü haftada maksimum seviyeye ulaşır. Çiçeklenmede tanedeki toplam fosforun

%8'ini, çiçeklenmeden 28 gün sonra %82'si ve olgun buğdaylarda ise %72'sini fitik asit oluşturmaktadır (Abernethy ve ark., 1973).

SUBU ve SABU örneklerinde nişasta içerikleri sırası ile ortalama 36.78 ± 3.80 ve 55.14 ± 1.36 olarak belirlenmiştir. Buğday tanesinde olgunlaşmaya bağlı olarak nişasta miktarı artmıştır. Yapılan çalışmalarda bulduğumuz sonuçlara benzer şekilde olgunlaşmaya bağlı olarak tanede nişasta birikiminin arttığı rapor edilmiştir (Jennings ve Morton, 1962; Iametti ve ark., 2006; Merendino ve ark., 2006; Cimini ve ark., 2015). Buğday tanesinde nişasta içeriğinin, çiçeklenmeden 9 gün sonra yaklaşık %15'lerden %20'lere, 28 gün sonra ise %50'lere artış gösterdiği Iametti ve ark. (2006) tarafından yapılan araştırmada da bildirilmiştir.

SUBU ve SABU örneklerinin fruktan (FOS) içerikleri sırası ile ortalama 4.37 ± 0.13 ve 3.76 ± 0.19 g/100g olarak belirlenmiştir. Buğday tanesinde olgunlaşmaya bağlı olarak toplam fruktan miktarı azalma göstermiştir. Yapılan çalışmalara benzer şekilde buğdaylarda olgunlaşma periyodu ilerledikçe fruktan içeriği azaldığı belirtilebilir (Schnyder ve ark., 1988; Merendino ve ark., 2006; Paradiso ve ark., 2006; Casiraghi ve ark., 2011; Cimini ve ark., 2015).

Cimini ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada, durum buğdaylarının olgunlaşması sırasında toplam fruktan içeriğinde en yüksek değeri çiçeklenmeden 7 gün sonra kurumaddenin %35'i olarak belirtmişlerdir. Fruktan seviyesinin çiçeklenmenin 21. gününe kadar aşamalı olarak düşüş gösterdiği ve bu olgunlaşma safhasında yaklaşık kurumadede %2-3 düzeyinde olduğu rapor edilmiştir.

SUBU ve SABU örneklerinin rengine ait L^* , a^* , b^* , C^* ve h° değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Parlaklık (L^*) değerleri sırasıyla ortalama 83.33 ± 0.37 ve 84.05 ± 0.13 olarak belirlenmiştir. Ölçülen değerlerden buğday örneklerinde olgunlaşma periyodu ilerledikçe parlaklık değerinin bir miktar arttığı söylenebilir.

SUBU ve SABU örneklerinin rengine ait kırmızılık (a^*) değerleri sırasıyla ortalama 2.55 ± 0.12 ve 1.70 ± 0.11 olarak belirlenmiş ve olgunlaşma periyodunun ilerlemesiyle kırmızılık oranının azalıp yeşilliğin arttığı belirlenmiştir.

SUBU ve SABU örneklerinin rengine ait sarılık (b^*) değerleri sırasıyla ortalama 17.95 ± 0.49 ve 17.14 ± 0.21 olarak belirlenmiş ve olgunlaşma periyodunun ilerlemesiyle sarılık oranının azaldığı belirlenmiştir.

Durum buğdaylarında olgunlaşma periyodu ilerledikçe sarı pigment içeriğinin azaldığı belirtilmiştir (Dexter ve Matsuo, 1977).

SUBU ve SABU örneklerinin rengine ait Hue değerleri sırasıyla ortalama 81.94 ± 0.15 ve 84.34 ± 0.30 ; Chroma değerleri ise ortalama 18.13 ± 0.50 ve 17.22 ± 0.21 olarak belirlenmiştir.

Lukow ve ark. (2011), buğdayların olgunlaşma sırasında çiçeklenmeden sonraki dönemde 6 hafta boyunca hasat sonrası dondurulan, dondurularak kurutulan ve sıcak hava ile kurutulan buğdayların renk değerleri (L^* , a^* , b^*) üzerine etkilerini incelemiştir. Hasat sonrası dondurularak kurutulan ve sıcak hava ile kurutma uygulanan buğdaylarda L^* değerleri olgunlaşmaya bağlı olarak artış göstermiştir. Nişasta birikiminin artışına bağlı olarak buğdaylarda parlaklığın arttığı belirtilebilir. Buğdaylarda olgunlaşmaya bağlı olarak dondurulan ve dondurularak kurutulan buğdaylarda a^* değerinde yeşilliğin azalıp kırmızılığın arttığı, sıcak hava ile kurutulanlarda ise kırmızılık oranının azalıp yeşilliğin arttığı rapor edilmiştir. Buğdayların olgunlaşmaya bağlı b^* değerine bakıldığında hasat sonrası dondurulan örneklerin sarılığın azaldığını belirtmişlerdir.

Casiraghi ve ark. (2013) tam olgunlaşmamış buğdaylarla üretilen makarna örneklerinde kalite ve besinsel özellikleri araştırılmıştır. Tam buğday unundan üretilen makarna örneklerinin parlaklık renk değerlerinin tam olgunlaşmamış buğdaylarla zenginleştirilen makarna örneklerinin parlaklık değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Tam olgunlaşmamış buğdaylardaki kepek içeriğinin daha fazla olması ve kısmen kurutma işlemi sırasında Maillard reaksiyonu sonucu kahverengileşmenin daha fazla görüldüğü belirtilmiştir. Olgunlaşmış ve tam olgunlaşmamış buğdayların karşılaştırıldığında amilaz aktivitesinin, lizin ve çözünür şeker içeriğinin tam olgunlaşmamış buğdaylarda daha yüksek olduğu ve bunların Maillard reaksiyonuna karşı daha yatkın olduğu bildirilmiştir (D'Egidio ve ark., 2007).

4.2. Fermentasyon Kinetiğinin Takibi ve Tartışma

Yoğurt örneklerinin inkübasyonu sırasındaki pH değişimleri pH 4.6'ya ulaşmaya kadar her yarım saat aralıklarla takip edilmiştir. Maksimum asidifikasyon hızı (V_{max}), maksimum asidifikasyon hızına ulaştığı süre (T_{Vmax}) ve inkübasyonun tamamlanma süresi (T_e) belirlenmiştir. Bu değerlere ait verilerin ortalaması Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. İnkübasyon sırasında yoğurt örneklerinin asidifikasyon kinetiklerine ait sonuçlarının ortalaması ve standart sapması (n=2)

Katkı Çeşidi	Katkı oranı (%)	V_{max}	T_{max} (dk)	$T_{pH\ 4.6}$ (dk)
SUBU ¹	0	19.00±0.00	120±0	185±0.00
	1	20.67±0.00	150±0	164±1.41
	2	19.17±0.24	120±0	161±1.41
	3	19.33±0.47	90±0	161.5±2.12
SABU ²	0	19.17±0.24	120±0	182.5±3.54
	1	23.50±0.24	150±0	150±0.00
	2	19.33±0.94	90±0	150±0.00
	3	19.83±0.24	120±0	159±1.41

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen fermentasyon kinetiğinin V_{max} , T_{Vmax} ve T_e sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Yoğurt örneklerinde inkübasyon süresinin 2 saat 30 dk ile 3 saat 5 dk arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Kontrol yoğurtlarda V_{max} değeri ortalama 19 olarak belirlenmiştir. En yüksek V_{max} değeri ortalama 23.50±0.24 olarak %1 katkı oranında SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde saptanmıştır.

İnkübasyon sırasında maksimum asidifikasyon hızına ulaştığı sürede en yüksek değer SUBU ve SABU ilavelerinin %1 oranında ilave edilen yoğurt örneklerinde 150 dk olarak tespit edilmiştir.

Yoğurt örneklerinin fermentasyonu sırasındaki pH değişimleri Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de verilmiştir. Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’den de görüldüğü üzere kontrol yoğurtlarda fermentasyonun katkılı yoğurtlara nazaran yavaş ilerlediği ve fermentasyonda 2 saat 30 dk sonra kontrol yoğurdun pH’sı 4.85 iken katkılı yoğurtların pH’sının 4.70’lere ulaştığı belirlenmiştir (Şekil 4.1-4.2).

Kontrol yoğurt örneklerine göre SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin inkübasyon sırasında asidifikasyon hızlarının artması ilave edilen SUBU ve SABU katkılarında bulunan serbest glukozun yoğurt bakterilerinin aktivitesini stimule etmiş olabileceği ile açıklanabilir.

Sütteki karbonhidrat bileşiminin değiştirilmesinin, yoğurt starter kültürlerinin asit geliştirme hızını artırdığı ifade edilmiştir (Tamime ve Robinson, 2007).

Yapılan çalışmalarda, bulunan sonuçlarla benzer şekilde yoğurdun lif ve glukoz içerikli katkılarla zenginleştirmenin inkübasyon süresini kısalttığına dair sonuçlar rapor edilmiştir.

Çizelge 4.5. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin inkübasyonu sırasında asidifikasyon kinetiklerinin sonuçlarına ait varyans analizi sonuçları³

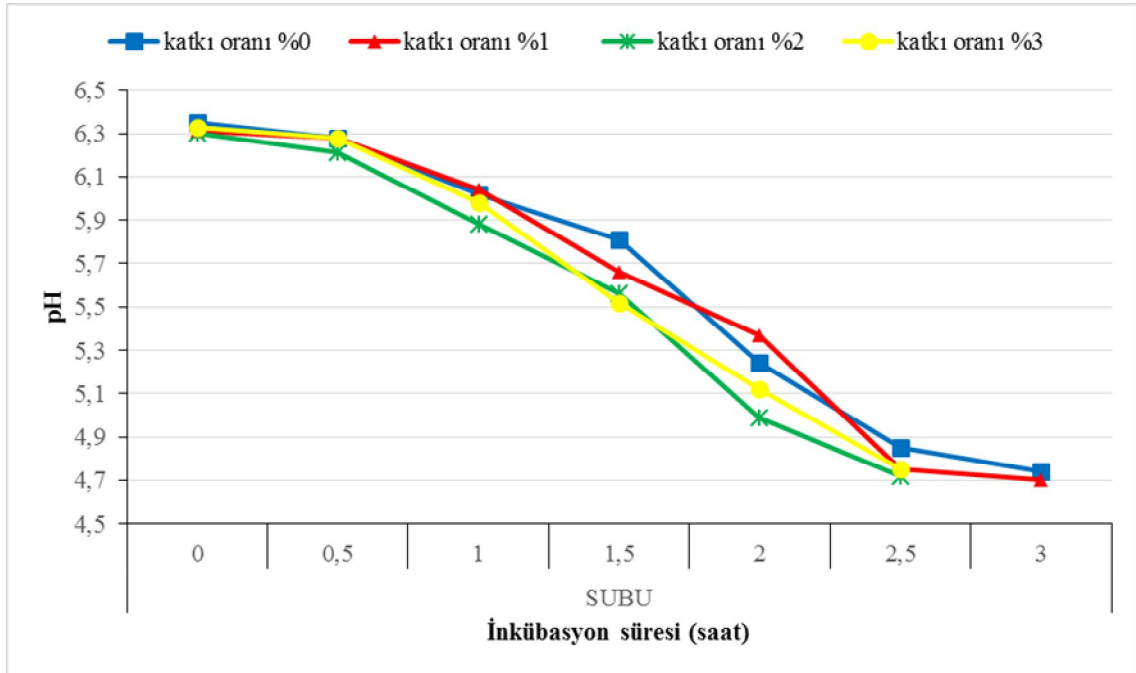
VK	SD	V _{max}		T _{max} (saat)		T _{pH 4.6} (saat)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Katkı Çeşidi (A)	1	3.358	20.198**	0.000	0.000ns	0.064	82.935**
Katkı Oranı (B)	3	7.898	47.507**	0.503	10066.83**	0.192	249.136**
AxB	3	1.652	9.938**	0.167	3334.33**	0.010	12.713**
Hata1	8	0.166		0.00005		0.001	

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³* p<0.05 seviyesinde önemli, ** p<0.01 seviyesinde önemli, ns önemsiz

Çizelge 4.6. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin inkübasyonu sırasında asidifikasyon kinetiklerinin sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	n	V _{max}	T _{max} (saat)	T _{pH 4.6} (saat)
Katkı Çeşidi				
SUBU ²	8	19.54±0.73b	2.00±0.37	2.80±0.18a
SABU ³	8	20.46±1.94a	2.00±0.38	2.67±0.24b
Katkı Oranı (%)				
0	4	19.08±0.17b	2.01±0.01b	3.06±0.04a
1	4	22.08±1.64a	2.50±0.01a	2.61±0.14bc
2	4	19.25±0.57b	1.75±0.29c	2.59±0.11c
3	4	19.58±0.42b	1.52±0.28d	2.67±0.03b

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ²SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

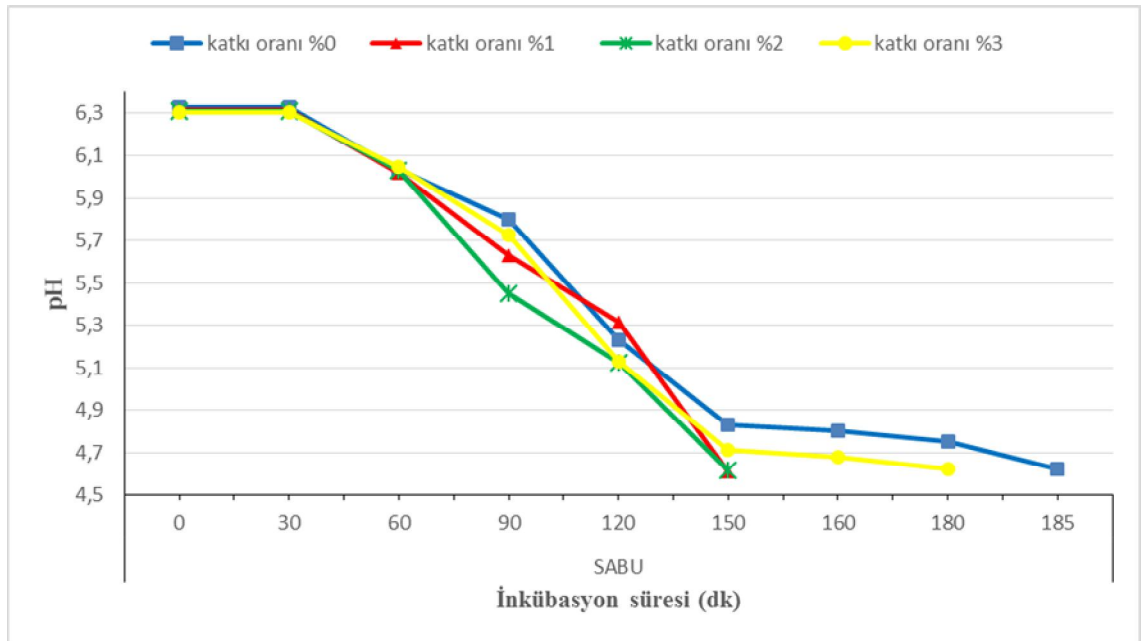


Şekil 4.1. SUBU ile zenginleştirilen yoğurt inkübasyonu sırasındaki fermentasyon dinamiği (¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un)

Guggisberg ve ark. (2009) tam yağlı ve düşük yağlı inülin ilaveli set tipi yoğurtlarda yaptıkları çalışmada, inkübasyon süresinin 2 saat 35dk ile 3 saat 5 dk arasında değişim gösterdiğini rapor etmişlerdir. Ayrıca %0.1 ve %1 yağ içeren yoğurtlarda inülin artışına bağlı olarak inkübasyonun daha kısa sürede tamamlandığını belirtmişlerdir. Çalışmada bulunan sonuçlar literatürle benzerlik göstermektedir.

Oliveira ve ark. (2001), yoğurt yapımında fermentasyon kinetiğine starter kültür kombinasyonu ve yoğurt sütünün farklı süt yan ürünüyle zenginleştirilmesi arasında önemli etkileşim olduğunu belirtmişlerdir. Starter kültür inokülasyonu arttıkça inkübasyon süresinin azaldığı, süt protein konsantrasyonu ilavesinin ise inkübasyon süresini artırdığı bildirilmiştir. Ancak, yapılan başka çalışmalarda süt bazlı sodyum kazeinat ile yoğurt sütünün zenginleştirilmesine bağlı olarak fermentasyon süresinde bir düşüş olduğu tespit edilmiştir (Damin ve ark., 2009; Peng ve ark., 2009).

Zare ve ark. (2011) yapmış olduğu çalışmada, mercimek unu veya yağsız süt tozu ile zenginleştirdikleri yoğurt örneklerinin mikrobiyal, fiziksel ve duyuşal özelliklerini araştırmışlardır. Kontrol yoğurtlara kıyasla, yoğurda %3 mercimek unu ilavesinin, yoğurt oluşumunda fermentasyon sırasında asidifikasyon hızını artırdığını rapor etmişlerdir. Mercimek unu ile zenginleştirilen yoğurtlarda daha yüksek asitleşme hızının tespit edildiği bildirilmiştir.



Şekil 4.2. SABU ile zenginleştirilen yoğurt inkübasyonu sırasındaki fermentasyon dinamiği (¹SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un)

Bu durumun, yağsız süt tozuna kıyasla mercimek ununun daha az tamponlama kapasitesine sahip olmasından ve yoğurt bakterilerinin gelişimini sitemule ettiğinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir.

Lif kaynağı olarak ananas kabuğu tozu ile zenginleştirilen yoğurtlarda yapılan çalışmada fermentasyon süresinin kontrol yoğurtlara göre daha kısa sürdüğü rapor edilmiştir (Sah ve ark., 2016).

Sinerezisde tipik artışa neden olması (Tamime ve Deeth, 1980) ve starter bakteriler arasındaki simbiyotik ilişkinin bozulması (Tamime ve Robinson, 2007) nedeniyle yavaş bir fermentasyon yoğurt için arzu edilmeyen bir durumdur.

Yoğurt jelinin yarı katı tekstürü pH'nın azalması ile meydana gelen süt proteinlerinin üç boyutlu ağ yapısının gelişiminin bir sonucudur. Kolloidal kalsiyum fosfatın çözünmesi ve kazein misellerinin üzerindeki net negatif yükün azalması, proteinlerin birbirini çekmesini ve agregasyonunu artırır. Kazein miselleri pH düşüşüyle eş zamanlı olarak ilk önce denatüre olmuş serum proteinlerle kuvvetli kovalent bağlar oluşturur. Bu bağlar fermentasyon sırasında hidrofobik ve elektrostatik bağlar vasıtasıyla zincir oluşumuna ve kümeleşmeye neden olur. Bunun sonucunda yoğurt yapısı meydana gelir (Lee ve Lucey, 2004). Asitlenme oranı, jel mukavemeti ile ticari olarak uygulanabilir fermentasyon süresi arasındaki dengeyi sağlamak için oldukça önemlidir.

4.3. Yoğurt Örneklerine Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve Tartışma

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde kurumadde, protein, kül, yağ ve mineral madde analizleri depolamanın sadece 7. günü yapılmıştır.

4.3.1. Kurumadde sonuçları ve tartışma

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin kurumadde içerikleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerinin kurumadde içerikleri ortalama 15.58 ± 1.22 - 17.60 ± 0.66 aralığında değişim göstermektedir. SUBU ve SABU ile %0, 1, 2 ve 3 oranlarında zenginleştirilen yoğurt örneklerinin kurumadde içerikleri sırasıyla ortalama 15.60 ± 0.71 , 16.08 ± 0.58 , 17.08 ± 0.73 ve 17.60 ± 0.59 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin bazı kimyasal analiz sonuçlarının ortalaması ve standart sapması (n=2)

Depolama Periyodu (gün)	Katkı Çeşidi	Katkı Oranı (%)	Kurumadde ³ (%)	Kül ³ (%)	Protein ^{3,4} (%)	Yağ (%)
7.	SUBU ¹	0	15.58±1.22	1.033±0.008	5.38±0.15	3.81±0.13
		1	16.20±0.83	1.038±0.003	5.70±0.24	3.75±0.07
		2	16.97±0.99	1.072±0.005	6.18±0.11	3.68±0.03
		3	17.60±0.66	1.083±0.000	6.58±0.11	3.51±0.08
	SABU ²	0	15.62±0.12	1.021±0.009	5.38±0.12	3.77±0.07
		1	15.97±0.49	1.026±0.009	5.66±0.35	3.72±0.03
		2	17.20±0.74	1.042±0.005	6.02±0.17	3.62±0.03
		3	17.59±0.80	1.052±0.004	6.26±0.06	3.59±0.01

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³Kurumadde esasına göre ⁴Buğday için Nx5.70; süt için Nx6.38

Zenginleştirilen yoğurt örneklerinde SUBU ve SABU katkılarının ve katkı miktarının kurumadde değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.9'da verilmiştir.

TS 1330 yoğurt standardına göre yoğurdun en az %12 süt yağsız kurumadde içermesi gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2006).

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde; katkı çeşidinin kurumadde miktarı değerleri üzerine etkisi olmazken; ilave edilen katkı oranının kurumadde miktarı değerleri üzerine etkili ($p < 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Yoğurt örneklerinin kurumadde içeriklerinde SUBU ve SABU katkılama oranına bağlı olarak istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) düzeyde artma belirlenmiş ve örneklerde %3 seviyesinde katkılama oranında en yüksek kurumadde içeriği saptanmıştır (Çizelge 4.9). Literatürde benzer sonuçlara sahip çalışmalara rastlanmıştır.

Guggisberg ve ark. (2009), farklı yağ oranlarına sahip süttten yapılan yoğurt örneklerine %0-4 aralığında çeşitli oranlarda inulin ilavesinin etkilerini araştırmışlardır. İlave edilen inulin oranı arttıkça zenginleştirilen yoğurt örneklerinin de kurumadde oranlarının arttığı belirtilmiştir.

Debon ve ark. (2010) yapmış oldukları çalışmada, fermente sütlerde ilave edilen inulin ve oligofruktoz miktarın artışına bağlı olarak toplam kurumaddenin arttığını bildirmişlerdir.

Srisuvor ve ark. (2013) yapmış oldukları bir çalışmada, %1, 2 ve 3 oranında inulin ve polidekstroz ilave edilen düşük yağlı set tipi yoğurtlarda toplam kurumadde içeriklerinin katkı oranına bağlı olarak gösterdiği artışın istatistiki olarak önemli ($p \leq 0.05$) olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.8. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin bazı kimyasal analiz sonuçlarına ait varyans analizi sonuçları³

VK	SD	Kurumadde		Kül		Protein		Yağ	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Katkı Çeşidi (A)	1	0.000	0.000ns	0.002	47.139**	0.067	1.847ns	0.001	0.116ns
Katkı Oranı (B)	3	3.323	5.276*	0.001	39.327**	0.842	23.26**	0.045	10.278**
AxB	3	0.035	0.056ns	0.000	3.145ns	0.021	0.574ns	0.004	0.981ns
Hata1	8	0.630		0.0003809		0.036		0.004	

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³* p<0.05 seviyesinde önemli, ** p<0.01 seviyesinde önemli, ns önemsiz

Çizelge 4.9. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin bazı kimyasal analiz sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	n	Kurumadde (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)
Katkı Çeşidi					
SUBU ²	8	16.59±1.08	1.056±0.024a	5.96±0.50	3.67±0.14
SABU ³	8	16.59±0.99	1.035±0.014b	5.83±0.39	3.68±0.08
Katkı Oranı (%)					
0	4	15.60±0.71c	1.027±0.010b	5.38±0.12c	3.79±0.09a
1	4	16.08±0.58bc	1.032±0.009b	5.68±0.25bc	3.74±0.05a
2	4	17.08±0.73ab	1.057±0.018a	6.10±0.15ab	3.65±0.04ab
3	4	17.60±0.59a	1.067±0.018a	6.42±0.20a	3.55±0.07b

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ²SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

Kalender ve Güzeller (2014), yağı azaltılmış sütlerden ürettikleri süzme yoğurtlara %0, 1, 2 ve 3 oranlarında inülin ilavesinin yoğurtların kurumadde içeriğine etkisini belirlemişlerdir. İlave edilen inülin oranının artmasına bağlı olarak süzme yoğurtların kurumadde içeriklerindeki artışın önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

4.3.2. Kül sonuçları ve tartışma

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin kül içerikleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Yoğurt örneklerinin kül miktarı değerleri ortalama 1.021 ± 0.009 - 1.083 ± 0.000 aralığında değişim göstermektedir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerinde katkılama oranına bağlı olarak kül miktarları artmaktadır.

SUBU ve SABU katkılarının ve katkı miktarının kül miktarı değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde; katkı çeşidinin ve katkılama oranının zenginleştirilen yoğurt örneklerindeki kül miktarları üzerine etkisi $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

SUBU ve SABU örneklerinin kül miktarları ortalama 2.63 ± 0.17 ve 2.32 ± 0.01 olarak belirlenmiştir. Yoğurdu zenginleştirme için kullanılan buğdaylarda kül miktarının olgunlaşma periyodu ilerledikçe azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Bulduğumuz sonuçlarla paralel şekilde literatürde de buğdayların olgunlaştıkça kül miktarının azaldığı rapor edilmiştir (Abou-Guendia ve D'Appolonia, 1972; Dexter ve Matsuo, 1977). SUBU örneğinin kül içeriğinin SABU örneğinin kül içeriğinden daha yüksek bulunması, SUBU katkılı yoğurt örneklerine de yansımıştır. Bu durum SUBU ile zenginleştirilen yoğurtların kül miktarlarının, SABU katkılı yoğurtlara göre daha yüksek olmasına neden olmuştur (Çizelge 4.9).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; kontrol yoğurt örnekleri (zenginleştirme yapılmamış) ile %1 oranında zenginleştirme yapılan yoğurt örneklerinin kül miktarı arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Aynı durum %2 ile %3 katkılama oranları arasında da belirlenmiştir. %2 ve %3 oranında zenginleştirilen yoğurt örneklerinde kül miktarının kontrol ve %1 katkılı yoğurt örneklerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Ye ve ark. (2013), tarafından Kuzey Amerika cevizi ve siyah soya fasulyesi sütü ilaveli yoğurt örneklerinin kalite karakteristikleri ve antioksidan aktivitesi üzerine

yapılan araştırmada; inek sütün den yapılan (%12 süt yağsız kurumadde) kontrol yoğurtlarda kül ve protein miktarları sırasıyla 0.98 ± 0.02 g/100g ve 3.47 ± 0.48 g/100g olarak belirlenmiştir. Kontrol yoğurtlarda belirlenen kül ve protein miktarları yaptığımız çalışmayla benzerlik göstermektedir.

Espírito Santo ve ark. (2012a) meyve lifleri (elma, muz ve çarkıfelek meyvesi) ile zenginleştirdikleri yoğurt örneklerinin kül içeriklerini belirlemiş ve kontrol yoğurtlarda (%12 süt yağsız kurumadde içeren) kül içeriğini 0.70 ± 0.01 olarak rapor etmişlerdir. İlave edilen lifin içeriği kül miktarlarına bağlı olarak zenginleştirilen yoğurt örneklerinin kül miktarında artışlar gözlenmiştir. Diğer araştırmacıların bildirdikleri kül değerleriyle çalışmamızda bulduğumuz değerler arasındaki farklılıklar üretimde kullanılan çiğ sütün çeşidi, zenginleştirmede kullanılan katkı çeşidi gibi faktörlerden kaynaklandığı belirtilebilir.

4.3.3. Protein sonuçları ve tartışma

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin protein miktarı sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Örneklerin protein içerikleri ortalama % 5.38 ± 0.12 - 6.58 ± 0.11 aralığında değişmektedir.

SUBU ve SABU katkılarının ve katkı miktarının protein miktarı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde katkı çeşidinin; SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin protein içerikleri üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olmadığı ($p>0.05$) tespit edilmiştir. Ancak katkılama oranının zenginleştirilen yoğurt örneklerindeki protein miktarları üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin katkılama oranı arttıkça protein içeriklerinin artış gösterdiği belirlenmiştir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde en yüksek protein içeriği %3 katkılama oranına sahip örneklerde ortalama 6.42 ± 0.20 olarak tespit edilmiştir.

Yoğurdu zenginleştirmede kullanılan SUBU ve SABU katkılarının protein içerikleri sırasıyla kurumadede ortalama 16.99 ± 0.37 ve 16.05 ± 0.42 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). SUBU ve SABU katkılarının sahip olduğu yüksek protein

içeriği zenginleştirilen yoğurt örneklerinin de protein miktarlarında artışa neden olmuştur.

Yapılan araştırmalarda %12 yağsız kurumadde içeriğine sahip sade yoğurtların protein içerikleri %3.80 (Küçüköner ve Tarakçı, 2003), %4.50±0.02 (Damin ve ark., 2009) ve %7.25 (Ayar ve ark., 2006) olarak rapor edilmiştir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin protein içerikleri ile literatürdeki sonuçlar arasındaki farklılıklar, kullanılan çiğ sütün ve dolayısıyla yoğurt sütünün protein içeriğinin farklı olmasından kaynaklanabilir.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre yoğurtta bulunan süt proteinleri ağırlıkça en az %3 olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2009a). Üzerinde çalıştığımız yoğurt örneklerinin de bu değerin üzerinde protein oranına sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Yazıcı ve Akgün (2004) yaptıkları çalışmada, süzme yoğurtlarda protein bazlı yağ ikameleri kullanılmasının, süzme yoğurtların fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşsal özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Peyniraltı suyu konsantratından üretilen, %50.5 protein içerikli Simplese® ve %35 protein içerikli Dairy-Lo™ yağ ikamesi katkılarını %0, 0.25 ve 0.75 oranında yoğurtlara ilave etmişlerdir. İlave edilen yağ ikamesi maddelerin katkılama oranı arttıkça örneklerin protein içeriğinin de arttığını belirtmişlerdir.

Espírito Santo ve ark. (2012a) meyve lifleri (elma, muz ve çarkıfelek meyvesi) ile zenginleştirdikleri yoğurt örneklerinin protein içeriklerini belirlemişlerdir. Kontrol yoğurtlarda (%12 süt yağsız kurumadde içeren) protein içeriğini %6.14±0.02 olarak belirtmişlerdir. Ayrıca %1 oranında meyve lifleriyle zenginleştirilen yoğurtların protein içerikleri aralarındaki farkın önemsiz bulunduğu belirtilmiştir.

Literatürde lif ilavesine bağlı olarak yoğurtlarda protein içeriğinin azaldığına dair sonuçlara da rastlanmaktadır. Guggisberg ve ark. (2009), yoğurtlarda yağ ikamesi olarak farklı oranlarda inülin ilave etmişler ve yoğurtların bazı fizikokimyasal özelliklerini belirlemişlerdir. Protein oranını standardize etmelerine karşın tüm numunelerde %4 protein içeriğini elde edemediklerini, %2 ve %3.5 yağ oranı için ilave edilen inulinin örneklerin protein içeriğinde çok az azalmaya neden olduğunu ifade etmişlerdir.

4.3.4. Yağ sonuçları ve tartışma

SUBU ve SABU ile zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinin yağ içerikleri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Örneklerin yağ içeriği değerleri ortalama $\%3.51 \pm 0.08 - 3.81 \pm 0.13$ aralığında değişim göstermektedir.

SUBU ve SABU katkılarının ve katkı oranlarının yağ içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde; SUBU ve SABU katkılarının zenginleştirilen yoğurt örneklerinin yağ içerikleri üzerine etkisinin olmadığı ve ilave edilen katkı oranının etkisinin ise istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testine bakıldığında $\%0$, 1 ve 2 katkı oranları arasında fark önemsiz iken, $\%3$ katkılama oranına sahip örneklerde en düşük yağ içeriği tespit edilmiştir. Düşük yağ içerikli SUBU ve SABU katkılarının artan oranda ilavesinin, zenginleştirilme yapılan yoğurtlarda oransal olarak yağ miktarını çok az düşürdüğü belirlenmiştir.

Literatürde bu çalışmada bulunan sonuçlara benzer bulgulara rastlanmaktadır. Lif ile zenginleştirilen yoğurtlarda lif ilavesinin, içerdiği hemiselüloz ve pektinden dolayı, kontrol yoğurtlara göre yağ miktarında azalma gözlemlendiği belirtilmiştir (Ramirez-Santiago ve ark., 2010).

Aportela-Palacios ve ark. (2005), kalsiyum ve farklı oranlarda lif ilavesi ile ürettikleri yoğurtların fizikokimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Kontrol yoğurtların yağ içeriğini $\%3.60$ olarak belirlerken, $\%1.5$, 3.0 ve 4.5 oranlarında buğday kepeği ve kalsiyum ilavesi ile hazırladıkları ananas aromalı yoğurtların yağ içeriklerinin sırasıyla $\%3.55$, 3.55 ve 3.50 olarak azalma gösterdiğini ifade etmişlerdir.

SUBU ve SABU ile zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinin katkılama oranına bağlı olarak yağ içeriğindeki azalma literatür sonuçlarıyla benzer bulunmuştur.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği’ne göre tam yağlı yoğurtlarda en az $\%3.8$, yağlı yoğurtlarda en az $\%3$, yarım yağlı yoğurt $\%2-1.5$ aralığında ve yağsız yoğurtlarda $\%0.5$ veya daha az oranlarda süt yağı bulunması gerekmektedir (Anonim, 2009a). Denememizde kullanılan tam yağlı çiğ inek sütünden üretilen yoğurt örneklerinin Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği’ne göre tam yağlı ve yağlı yoğurt standartlarına uyduğu ifade edilebilir.

4.3.5. Mineral madde sonuçları ve tartışma

SUBU ve SABU ile zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinin mineral madde içerikleri Çizelge 4.10'da verilmiştir.

SUBU ve SABU katkılarının ve katkı oranlarının mineral madde içerikleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11 ve 4.13'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.12 ve 4.14'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde; katkı çeşidinin örneklerin Ca, Cu, Fe, K, Zn ve P miktarları üzerine etkisinin olmadığı ($p>0.05$) ve Mg miktarları üzerine etkisinin $p<0.05$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. İlave edilen katkı oranının ise Cu, K, ve P miktarları üzerine etkisinin önemli olmadığı ($p>0.05$); Fe, Mg, Ca ve Zn miktarları üzerine etkisinin istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde; SUBU katkısının Mg içeriğinin daha fazla olması (Çizelge 4.2) ilave edilen yoğurt örneklerine de yansımış ve SUBU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde SABU ile zenginleştirilenlerden daha yüksek Mg içeriği belirlenmiştir. Ayrıca %3 oranında zenginleştirilen yoğurt örneklerinin Mg, Fe, Ca ve Zn içeriklerinin diğer katkılama oranlarıyla zenginleştirilen örneklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.12-4.14).

SUBU ve SABU ile zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinin Ca miktarları ortalama 133.14 ± 1.38 - 143.01 ± 1.40 mg/100g aralığında değişmektedir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerine ilave edilen SUBU ve SABU oranına bağlı olarak örneklerin Ca içeriklerinde artış belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Yapılan araştırmalarda sade yoğurtların Ca içerikleri 152.5 mg/100g (Wang ve Singh, 1978), 135.5 mg/100g (Moreno-Rojas ve ark., 1993), 200 mg/100g (Buttriss, 1997), 111.2 mg/100g (Garcia Martinez ve ark., 1998), 111.69 mg/100g (Ayar ve ark., 2006) ve 125.9 mg/100g (Khan ve ark., 2014) olarak rapor edilmiştir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinde bulunan değerlerin literatürde belirtilen değerler arasında olduğu söylenebilir. Belirlenen küçük farklılıklar, muhtemelen kullanılan yoğurt sütünün mineral madde içeriğinin farklı olmasından kaynaklanabilir.

Çizelge 4.10. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin mineral madde sonuçlarının ortalaması (mg/100g) ve standart sapması³ (n=2)

Depolama Periyodu (gün)	Katkı Çeşidi	Katkı Oranı (%)	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Zn	P
7.	SUBU ¹	0	133.14±1.38	0.04±0.02	0.80±0.04	210.62±10.89	16.23±0.31	0.58±0.01	163.78±8.43
		1	137.90±0.95	0.05±0.00	0.86±0.05	217.30±8.03	17.47±0.21	0.61±0.01	167.89±5.06
		2	141.93±1.57	0.06±0.01	0.92±0.00	224.10±0.80	18.07±0.12	0.66±0.01	169.53±5.26
		3	143.01±1.40	0.04±0.03	1.02±0.04	228.12±2.51	18.78±1.08	0.69±0.02	177.03±14.13
	SABU ²	0	134.81±1.47	0.03±0.00	0.78±0.05	217.53±11.89	15.75±0.43	0.57±0.01	167.07±13.11
		1	136.95±1.56	0.03±0.00	0.95±0.04	215.49±6.08	16.50±0.32	0.60±0.04	165.89±6.48
		2	140.13±1.61	0.04±0.01	1.00±0.09	222.03±0.05	17.66±0.24	0.62±0.05	173.07±1.46
		3	142.14±0.29	0.06±0.01	1.09±0.15	224.26±4.18	17.94±0.04	0.68±0.05	175.24±4.11

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³Kurumadde esasına göre

Çizelge 4.11. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin mineral madde analizi sonuçlarına ait varyans analizi sonuçları³

VK	SD	Ca		Cu		Fe	
		KO	F	KO	F	KO	F
Katkı Çeşidi (A)	1	0.95	0.524ns	0.00005715	0.557 ns	0.012	2.345 ns
Katkı Oranı (B)	3	59.17	32.603**	0.000	0.192 ns	0.049	9.706**
AxB	3	2.25	1.24ns	0.000	0.240 ns	0.002	0.473 ns
Hata1	8	1.81		0.000		0.005	

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³* p<0.05 seviyesinde önemli, ** p<0.01 seviyesinde önemli, ns önemsiz

Çizelge 4.12. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin mineral madde analizi sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	n	Ca (mg/100g)	Fe(mg/100g)
Katkı Çeşidi			
SUBU ²	8	138.99±4.27	0.90±0.09
SABU ³	8	138.51±.19	0.96±0.14
Katkı Oranı (%)			
0	4	133.98±1.51c	0.79±0.04b
1	4	137.42±1.19b	0.90±0.06ab
2	4	141.03±1.66a	0.96±0.07ab
3	4	142.58±0.96a	1.06±0.09a

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ²SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

Çizelge 4.13. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin mineral madde analizi sonuçlarına ait varyans analizi sonuçları³

VK	SD	P		Zn		K		Mg	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Katkı Çeşidi (A)	1	2.287	0.033 ns	0.001	1.668 ns	0.172	0.004 ns	1.805	8.622*
Katkı Oranı (B)	3	93.155	1.339 ns	0.008	9.548**	127.698	2.649 ns	4.346	20.762**
AxB	3	9.421	0.135 ns	0.000	0.261 ns	23.311	0.484 ns	0.074	0.355 ns
Hata1	8	69.562		0.001		48.213		0.209	

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³** p<0.01 seviyesinde önemli, ns önemsiz

Çizelge 4.14. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin mineral madde analizi sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	n	Zn (mg/100g)	Mg (mg/100g)
Katkı Çeşidi			
SUBU ²	8	0.64±0.04	17.63±1.09a
SABU ³	8	0.62±0.05	16.96±0.97b
Katkı Oranı (%)			
0	4	0.58±0.01b	15.99±0.41c
1	4	0.61±0.02b	16.98±0.60bc
2	4	0.64±0.04ab	17.86±0.28ab
3	4	0.69±0.03a	18.36±0.79a

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ²SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

Sütte bulunan mineral maddelerin miktarı süt veren hayvanın ırkına ve türüne, laktasyon ve sağlık durumuna, beslenmesine ve çevre şartlarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Yağsız taze sütteki kalsiyum miktarının ortalama 120 mg/100ml bulunduğu bildirilmiştir (Metin, 2012).

Zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinin K miktarları ortalama 210.62 ± 10.89 - 228.12 ± 2.51 mg/100g aralığında değişmektedir. Farklı çalışmalarda sade yoğurtların K içeriği 217.4mg/100g (Wang ve Singh, 1978), 184.3 mg/100g (Moreno-Rojas ve ark., 1993) ve 109.55 mg/100g (Ayar ve ark., 2006) olarak bildirmişlerdir.

SUBU ve SABU ile zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinin Mg miktarları ortalama 15.75 ± 0.43 - 18.78 ± 1.08 mg/100g değerleri arasında değişmektedir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinde %3 katkılama oranında en yüksek Mg içeriği 18.36 ± 0.79 mg/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

Khan ve ark. (2014), sade yoğurtlarda magnezyum içeriğinin 12.87 mg/100g, Ayar ve ark. (2006) 23.52 mg/100g ve Buttriss (1997) 8.0 ile 13.1 mg/100g arasında değişim gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Magnezyum, yağ asitlerinin sentezi ve amino asitlerden proteinlerin aktivasyonu, glikozun fosforilasyonu, sitratın oksidatif dekarboksilasyonu ve transketolaz reaksiyonları gibi temel hücrel reaksiyonlarda önemli bir rol oynamaktadır. Magnezyum eksikliği ciddi biyokimyasal ve semptomatik değişikliklere neden olur (Shils, 1994).

De la Fuente ve ark. (2003) yapmış oldukları bir çalışmada, market yoğurtlarında K miktarının 1547-23381 mg/kg, Mg miktarının 101-177 mg/kg, Ca miktarının ise 1088-2050 mg/kg aralığında değiştiğini rapor etmişlerdir.

SABU ve SUBU katkılarında Fe içerikleri sırasıyla ortalama 4.59 ± 0.63 mg/100g ve 4.02 ± 0.17 mg/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2). SABU ve SUBU katkılarıyla zenginleştirilen yoğurt örneklerinin Fe içerikleri 0.78 ± 0.05 - 1.09 ± 0.15 mg/100g aralığında değişim göstermektedir. Katkılama oranına bağlı olarak örneklerde Fe içeriği artmaktadır. Örneklerde belirlenen değerlerin; literatürde sade yoğurtlarda 0.04 mg/100g (Pennington ve Young, 1990), 0.047 mg/100g, 0.05 mg/100g (Garcia Martinez ve ark., 1998) ve 0.16 mg/100g (Ayar ve ark., 2006) olarak rapor edilen Fe değerlerinden daha yüksek olduğu belirtilebilir. Khan ve ark. (2014)'ın sade yoğurtlarda belirlediği demir içeriğinden (1.28 mg/100g) ise daha düşük sonuçlar elde ettiğimizi belirtebiliriz.

Demir birçok yükseltgeme-indirgeme reaksiyonunda bulunur. Demir eksikliği, anemi, vücut ısısının düzenlenmesinde bozulma ve ikincil bir tiroit hormonu eksikliği ile sonuçlanır. Erken çocukluk döneminde demir eksikliği, büyüme ve kilo artışı ile problemleri ile karşılaşılır (Fairbanks, 1994).

SABU ve SUBU katkılarıyla zenginleştirilen yoğurt örneklerinin Zn miktarları ortalama 0.57 ± 0.01 - 0.69 ± 0.02 mg/100g aralığında değişim göstermektedir. Katkılama oranı arttıkça örneklerin Zn içeriklerinde önemli bir artış belirlenmiştir. SUBU ve SABU katkılarında Zn içerikleri sırasıyla ortalama 3.56 ± 0.07 mg/100g ve 3.48 ± 0.02 mg/100g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). SUBU ve SABU katkılarının zengin Zn içerikleri yoğurtların Zn içeriklerine de yansıdığı belirtilebilir. Bulunan değerler literatürle benzerlik göstermektedir. Literatürde sade yoğurtların Zn değerleri 3.85-5.24 mg/kg (Buttriss, 1997), 5.5 mg/kg (Varo ve ark., 1980), 7 mg/kg ve 3.5 mg/kg (Garcia Martinez ve ark., 1998) olarak bildirilmiştir.

Çinko, birçok enzim ve biyomembranın bileşenidir. Birçok transkripsiyon faktörünü bağlar ve hormon reseptör komplekslerini stabilize eder. Çinko eksikliği büyüme geriliğine, hipogonadizme, bağışıklığın azalmasına, davranış bozukluklarına, gece körlüğüne ve yaraların iyileşmesinin gecikmesine neden olabilir (King ve Keen, 1994).

SUBU ve SABU ile zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinin Cu ve P miktarları sırasıyla ortalama 0.03 ± 0.00 - 0.06 ± 0.01 mg/100g ve 163.78 ± 8.43 - 177.03 ± 14.13 mg/100g aralığında değişim göstermektedir. Yağlı yoğurtlarda Cu miktarının ise 0.10 mg/100g, P miktarının 92 mg/100g olduğu literatürde belirtilmiştir (Akin, 2006). Khan ve ark. (2014), sade yoğurtlarda fosfor içeriğinin 55.56 mg/100g olarak belirtmişlerdir.

Mineraller insan vücut ağırlığının yalnızca % 4-6'sını oluştursa da beslenmede kritik öneme sahiptir. Mineral iyonlar enzim aktivitelerini düzenlemede, asit-baz dengesini ve ozmotik basıncı korumada, esansiyel besinlerin membran transferini kolaylaştırmada, sinir ve kas hassaslığını korumada önemli rol oynamaktadır (Freeland Graves ve Trotter, 2003; Anderson, 2004). İçerdiği bileşenlerle yoğurt iyi bir kalsiyum kaynağı ve sodyum, potasyum, çinko ve magnezyum içeren bir gıdadır (Moreno-Rojas ve ark., 1993).

Tam olgunlaşmamış buğday taneleri içerdiği fruktooligosakkaritler (FOS) ile iyi bir lif kaynağıdır. Buğday tanelerinde olgunlaşma ilerledikçe FOS miktarı azalmaktadır. FOS'un bağırsaklardaki birçok mineralin absorpsiyonunu stimüle ettiği ifade edilmiştir (Morohashi ve ark., 2000).

4.3.6. pH sonuçları ve tartışma

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin pH sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerinin pH değerleri ortalama 3.90 ± 0.01 - 4.37 ± 0.01 aralığında değişmiştir.

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun pH değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16’da ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde; SUBU ve SABU katkılarının zenginleştirilen yoğurt örneklerinin pH değerleri üzerine etkisinin istatistiki olarak $p < 0.05$ düzeyinde, katkı oranının ve depolama periyodunun etkisinin ise istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde pH değerleri daha yüksek bulunmuştur. SUBU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde asitliğin daha yüksek olması yoğurt bakterilerinin SUBU katkılı yoğurtlarda daha fazla geliştiği ve laktozu daha fazla laktik aside dönüştürmüş olabileceği ile açıklanabilir.

Zenginleştirilen yoğurt örneklerinde %2 oranında katkılamada en düşük pH değeri belirlenmiştir. %2 katkılama oranının en yüksek aktüel asitliği göstermiş olması, yoğurt bakterilerinin gelişimini en iyi destekleyen oranın %2 olduğu ile ifade edilebilir. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarındada belirlenen *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları bu sonucu destekler niteliktedir (Çizelge 3.38). Ayrıca katkılama oranları açısından diğer oranlar arasında istatistiki olarak önemli bir fark ($p > 0.05$) bulunamamıştır.

Depolama periyoduna bakıldığında, ilerleyen depolama gününe bağlı olarak pH değerleri düşüş göstermektedir. Depolama periyodunun 1., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde pH değerleri sırasıyla ortalama 4.34 ± 0.03 , 4.24 ± 0.04 , 4.18 ± 0.04 , 4.13 ± 0.04 ve 3.99 ± 0.06 olarak tespit edilmiş ve en düşük pH değeri depolamanın 28. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.17). Depolama periyodu boyunca yoğurt bakterilerinin aktivitesi sonucu oluşan laktik asitin yoğurt örneklerinin pH değerlerinde azalmaya neden olduğu ifade edilebilir.

Çizelge 4.15. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçlarının ortalaması ve standart sapması (n=2)

Depolama Periyodu (gün)	Katkı Çeşidi	Katkı Oranı (%)	pH	Titrasyon asitliği (%L.A.)	Sinerezis (%)	Su tutma kapasitesi (%)
1.	SUBU ¹	0	4.36±0.05	1.19±0.01	39.03±0.69	45.52±1.86
		1	4.34±0.02	1.31±0.02	29.65±7.96	46.18±1.30
		2	4.30±0.01	1.31±0.03	29.05±8.33	51.67±0.14
		3	4.37±0.01	1.30±0.04	4.63±0.00	55.70±2.40
	SABU ²	0	4.36±0.01	1.20±0.03	39.69±0.24	48.65±2.24
		1	4.33±0.01	1.22±0.06	26.37±4.01	49.75±3.18
		2	4.32±0.03	1.22±0.03	7.90±0.95	57.40±2.02
		3	4.35±0.02	1.23±0.05	2.32±0.21	60.64±0.37
7.	SUBU ¹	0	4.25±0.01	1.28±0.03	38.56±2.26	51.60±2.78
		1	4.24±0.03	1.32±0.06	31.60±5.73	51.70±2.22
		2	4.18±0.01	1.34±0.01	31.28±0.60	54.60±0.85
		3	4.18±0.03	1.37±0.04	6.30±0.00	59.72±1.81
	SABU ²	0	4.23±0.03	1.24±0.05	37.16±1.17	54.19±1.01
		1	4.29±0.03	1.25±0.02	26.01±4.66	53.88±3.51
		2	4.29±0.03	1.29±0.03	7.65±1.23	57.65±3.61
		3	4.23±0.02	1.28±0.08	3.28±0.23	62.87±1.60
14.	SUBU ¹	0	4.19±0.01	1.38±0.03	38.51±2.18	51.23±3.11
		1	4.17±0.02	1.40±0.05	33.41±2.09	51.62±2.24
		2	4.19±0.01	1.42±0.03	31.37±1.68	54.25±0.82
		3	4.15±0.02	1.44±0.10	12.21±0.00	58.10±1.88
	SABU ²	0	4.20±0.02	1.39±0.02	38.34±0.20	54.70±0.28
		1	4.22±0.05	1.40±0.01	30.64±1.90	53.95±3.32
		2	4.13±0.04	1.41±0.02	12.34±3.50	58.87±0.47
		3	4.23±0.02	1.40±0.02	6.30±0.71	62.55±1.63
21.	SUBU ¹	0	4.13±0.04	1.40±0.02	38.64±1.25	51.18±0.35
		1	4.11±0.05	1.42±0.02	33.87±1.44	51.08±1.86
		2	4.11±0.01	1.44±0.03	33.43±3.54	52.89±0.83
		3	4.11±0.01	1.45±0.10	13.84±0.00	57.17±2.45
	SABU ²	0	4.13±0.02	1.41±0.02	38.10±0.14	53.37±0.80
		1	4.17±0.03	1.42±0.02	31.80±1.78	53.92±3.94
		2	4.11±0.03	1.43±0.04	13.13±4.62	58.60±1.65
		3	4.21±0.01	1.42±0.02	6.82±0.04	62.02±1.58
28.	SUBU ¹	0	4.03±0.04	1.41±0.02	40.32±0.00	49.49±0.44
		1	4.02±0.01	1.45±0.04	33.82±0.00	48.67±0.57
		2	3.97±0.04	1.48±0.03	34.25±2.38	52.00±0.75
		3	3.98±0.04	1.49±0.04	15.20±0.00	55.87±2.50
	SABU ²	0	4.02±0.04	1.41±0.04	39.26±0.00	53.22±0.54
		1	3.95±0.06	1.45±0.04	34.65±0.00	52.37±1.65
		2	3.90±0.01	1.49±0.01	17.30±0.00	58.09±0.30
		3	4.05±0.07	1.48±0.01	7.87±0.00	61.13±2.69

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

Çizelge 4.16. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçlarına ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	pH		Titrasyon asitliği		Sinerezis		Su tutma kapasitesi	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Katkı Çeşidi (A)	1	0.007	8.087*	0.017	6.882*	1008.839	55.379**	300.816	19.174**
Katkı Oranı (B)	3	0.007	8.141**	0.013	5.319*	3541.084	194.385**	315.134	20.086**
AxB	3	0.004	4.652*	0.002	0.621ns	399.778	21.945 ns	5.706	0.364 ns
Hata1	8	0.001		0.002		18.217		15.689	
Depolama Periyodu (C)	1	1.032	818.162**	0.484	371.329**	335.531	38.160**	15.188	8.509*
CxA	1	0.001	0.781ns	0.011	8.828*	1.176	0.134 ns	1.377	0.771 ns
CxB	3	0.001	1.165ns	0.000	0.179ns	32.382	3.683 ns	6.581	3.687 ns
CxAxB	3	0.005	3.706ns	0.001	0.790ns	15.598	1.774 ns	0.152	0.085 ns
Hata2	8	0.001		0.001		8.793		1.785	

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³* p<0.05 seviyesinde önemli, ** p<0.01 seviyesinde önemli, ns önemsiz

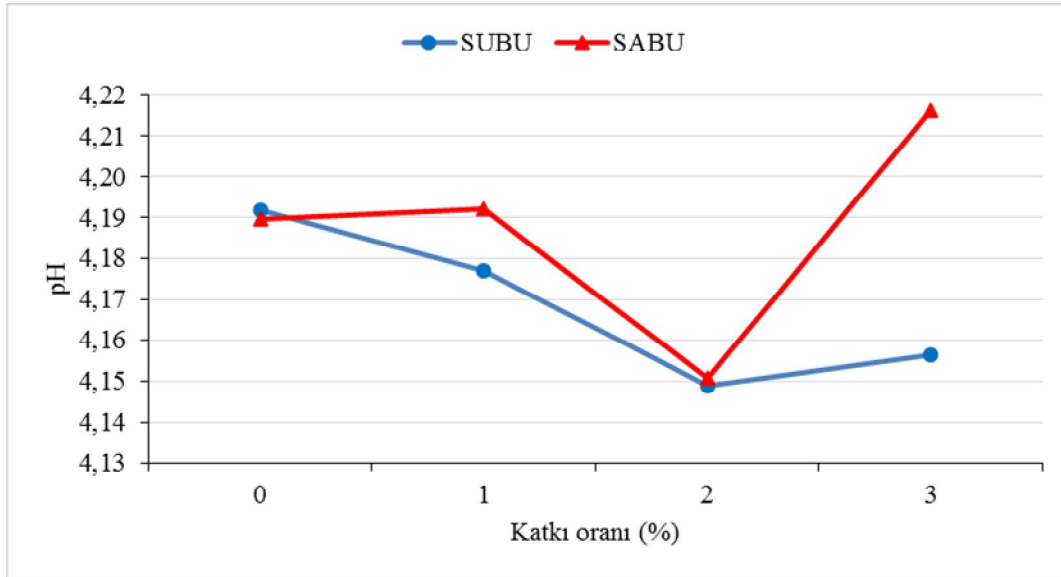
Çizelge 4.17. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	n	pH	Titrasyon asitliği (%L.A.)	Sinerezis (%)	Su tutma kapasitesi (%)
Katkı Çeşidi					
SUBU ²	40	4.17±0.12b	1.38±0.08a	28.45±11.42a	52.51±3.84b
SABU ³	40	4.19±0.13a	1.35±0.10b	21.34±13.92b	56.39±4.42a
Katkı Oranı (%)					
0	20	4.19±0.12a	1.33±0.09b	38.76±1.20a	51.31±3.01b
1	20	4.18±0.13a	1.36±0.09ab	31.18±4.08b	51.31±3.10b
2	20	4.15±0.14b	1.38±0.09a	21.77±11.08c	55.60±2.96ab
3	20	4.19±0.12a	1.39±0.10a	7.88±4.32d	59.57±3.01a
Depolama Periyodu (gün)					
1	16	4.34±0.03a	1.25±0.06d	22.33±15.02c	51.94±5.48c
7	16	4.24±0.04 b	1.30± 0.05c	22.73±14.27bc	55.78±4.22a
14	16	4.18±0.04c	1.40± 0.04b	25.39±12.60abc	55.66±4.03a
21	16	4.13±0.04d	1.42± 0.04ab	26.20±12.43ab	55.03±4.02a
28	16	3.99±0.06e	1.46± 0.04a	27.83±12.01a	53.85±4.25b

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir ²SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin pH değerleri üzerine etkili ‘Katkı çeşidi x Katkı oranı’ interaksyonu Şekil 4.3’de verilmiştir. SABU ile %3 oranında zenginleştirilen yoğurt örneklerinin en yüksek pH değerine (4.22 ± 0.11) sahip olduğu görülmektedir. Bu değerden de anlaşıldığı üzere en düşük aktüel asitliğe %3 oranında SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.3). Bu durum ilave edilen SABU katkısının içerdiği daha yüksek oranda bulunan nişastanın yoğurt örneklerinde asitlik üzerine tampon etkisi yapmış olabileceği ile açıklanabilir.

Yapılan çalışmalarda lif veya FOS ilavesinin yoğurtlarda pH düşüşünü desteklediğine dair benzer sonuçlarla karşılaşılmaktadır. Akalın ve ark. (2007), yağı azaltılmış probiyotik yoğurtlara fruktooligosakkarit ve peynir altı suyu protein konsantratu ilavesinin starter kültürlerin canlılığı üzerine etkisini araştırdıkları yoğurtlarda 28 günlük depolama periyodu boyunca pH değerinin 4.29-4.53 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Yağı azaltılmış FOS ilaveli yoğurtlarda pH değerinin FOS katkısı olmayanlara göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum FOS ilaveli yoğurtlarda *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *B. animalis* sayılarının ve dolayısıyla aktivitelerinin FOS ilave edilmeyen yoğurtlara göre daha fazla olması ile açıklanmıştır.



Şekil 4.3. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin pH değerleri üzerine etkili ‘Katkı çeşidi x Katkı oranı’ interaksyonu (¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un)

Benzer sonuçların rastlandığı yapılan başka bir araştırmada; *B. animalis* ve FOS ilave edilen yoğurtların pH değerlerinin 28 günlük depolama süreci boyunca *B. animalis* içeren ancak FOS ilavesi olmayan probiyotik yoğurtlardan daha düşük olduğu rapor edilmiştir (Akalin ve ark., 2004).

Yoğurdun zenginleştirildiği prebiyotik katkısının çeşidine bağlı olarak pH değeri üzerine etkileride değişim göstermektedir. Guggisberg ve ark. (2009), düşük yağlı ve tam yağlı süttten yapılan set yoğurtların reolojik, mikroyapısal ve duyuşal özelliklerine inulin ilavesinin (%0-4) etkisini araştırmışlardır. İnulin ilavesinin pH değerleri üzerine istatistiki olarak herhangi bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir.

4.3.7. Titrasyon asitliği sonuçları ve tartışma

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri (% laktik asit cinsinden) ortalama % 1.19 ± 0.01 - 1.49 ± 0.01 aralığında değişim göstermektedir.

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun pH değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16’da ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre; katkı çeşidi ve katkı oranının örneklerin titrasyon asitliği değerleri üzerine etkisinin istatistiki olarak $p < 0.05$ düzeyinde ve depolama periyodunun ise $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri sırasıyla ortalama % 1.38 ± 0.08 ve 1.35 ± 0.10 olarak tespit edilmiştir. SUBU ile zenginleştirilen yoğurtların toplam asitliğinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, yoğurt bakterilerinin aktivitesinin SUBU katkısında bulunan daha yüksek orandaki serbest glukoz ve toplam fruktan miktarı ile desteklemesinden kaynaklanmış olabilir. Katkılama oranına bağlı olarak titrasyon asitliğine bakıldığında kontrol yoğurtlarda en düşük titrasyon asitliği değeri tespit edilmiştir. Ayrıca katkılama oranları açısından diğer oranlar arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunamamıştır (Çizelge 4.17).

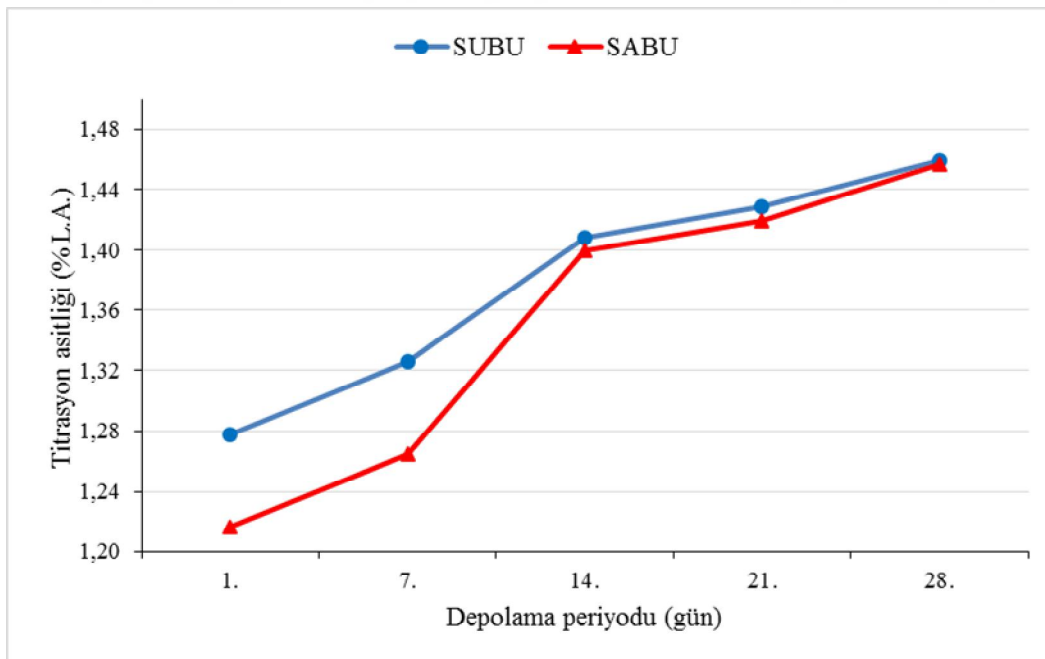
Zenginleştirilen yoğurt örnekleri depolama periyodunda 1. gün en düşük titrasyon asitliğine sahipken, depolamanın sonunda yani 28. gün en yüksek titrasyon asitliği değerleri göstermiştir. Laktik asit bakterileri tarafından laktozun

fermentasyonunun devam etmesi laktik asit üretimine ve bu durumda depolama süreci boyunca ürünlerde asitliğin artmasına neden olmuştur (Lourens-Hattingh ve Viljoen, 2001).

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri üzerine etkili 'Katkı çeşidi x Depolama periyodu' interaksyonu Şekil 4.4'de verilmiştir. SUBU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde depolamanın 28. gününde en yüksek titrasyon asitliği değeri laktik asit cinsinden ortalama 1.46 ± 0.04 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.4).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre toplam asitliğin (% laktik asit cinsinden) %0.6-1.5 değerleri arasında olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2009a). SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin bu sınırlar arasında bulunduğu söylenebilir.

Özer ve ark. (2005), inülin ve laktuloz ilavesinin acido-bifido yoğurtların laktik asit seviyesi üzerine etkisinin önemsiz ($p \geq 0.05$) olduğunu bildirmişlerdir. Depolama periyodunun ilk gününde yoğurt örneklerinin laktik asit içeriğinin 0.99-1.18 g/100g aralığında değiştiğini; depolamanın 14. gününde ise 1.33–1.58 g/100 g seviyesine ulaştığını belirtmişlerdir.



Şekil 4.4. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri üzerine etkili 'Katkı çeşidi x Depolama periyodu' interaksyonu (¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un)

Ramirez-Santiago ve ark. (2010), hint yerelmasından elde edilen suda çözünür lif ilaveli pıhtısı kırılmış yoğurtlarla kontrol yoğurtlar arasında asitlik değerlerinde inkübasyondan 1 gün sonra önemli bir fark bulunmadığını, depolama periyodunun 14. gününde lif ilaveli yoğurtlarda daha fazla asitlik değerlerinin gözlemlendiği belirtilmiştir.

Kalender ve Güzeller (2014) yağı azaltılmış sütlere farklı oranlarda (%0-3) inülin ilave edilerek hazırladıkları süzme yoğurtların bazı kalite özelliklerini belirlemişlerdir. İnülin katkılı süzme yoğurtların titrasyon asitliğinin kontrol süzme yoğurduna göre daha yüksek bulunduğunu belirtmişlerdir. Farklı oranlarda inülin ilavesinin titrasyon asitliği üzerine etkisinin özemsiz olduğunu belirtirken, toplam kurumadedeki artışın, titrasyon asitliğinin artmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Geleneksel yoğurt formülasyonlarında asitlik, inkübasyon sırasında ve depolama boyunca meydana gelen laktik asit fermentasyonunun bir sonucudur. Termofilik homofermentatif laktik asit bakterilerinden *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un laktoz fermentasyonu sonucunda laktik asit miktarı artmaktadır (Beal ve ark., 1999; Akalın ve ark., 2007). Bununla birlikte yoğurda suda çözünür lif bileşenleri ilavesi ile meydana gelen farklı mekanizmaların asitlik değerlerinin artmasını desteklediği ifade edilmiştir (Ramirez-Santiago ve ark., 2010).

4.3.8. Sinerezis sonuçları ve tartışma

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin sinerezis sonuçları Çizelge 4.15'de verilmiştir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerinin sinerezis değerleri ortalama $2.32 \pm 0.21 - 40.32 \pm 0.00$ aralığında değişim göstermektedir.

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun pH değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16'da ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, katkı çeşidinin, katkı oranının ve depolama periyodunun sinerezis değerleri üzerine etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, SUBU katkısı ile zenginleştirilen yoğurt örnekleri daha yüksek sinerezis değerleri göstermiştir (Çizelge 4.17). SABU katkısının nişasta içeriğinin (55.14 ± 1.36) SUBU katkısından daha yüksek olması (Çizelge 4.2), SABU ile zenginleştirilen yoğurtlarda serum ayrılmasını

azaltan etken olarak ifade edilebilir. Yoğurt üreticileri serum ayrılmasını önlemek için pektin, jelatin ve nişasta gibi stabilizerler kullanmakta ya da özellikle protein içeriği olmak üzere yoğurt sütünün toplam kurumadde içeriğini arttırmaktır (Lucey ve ark., 1998a).

Katkılama oranına bağlı olarak zenginleştirilen yoğurt örneklerindeki sinerezis değeri azalma göstermektedir. Kontrol yoğurtlarda sinerezis değeri ortalama $\%38.76 \pm 1.20$ iken, en düşük değere sahip olan $\%3$ katkı oranıyla zenginleştirilen yoğurtlarda bu değer $\%7.88 \pm 4.32$ 'e düşmüştür. Yoğurdun mikro yapısını kazein molekülleri ve bunların kümeleri oluşturmaktadır. Sinerezise yatkınlık kazein kümeleri arasındaki boşluklarla yakından ilişkilidir (Kalab ve ark., 1983). Katkılama oranına bağlı olarak sinerezisin azalması; FOS ve nişasta kaynağı olan SUBU ve SABU ilavesinin yoğurtların jel yapısını oluşturan kazein kümelerindeki bu boşlukları doldurmasıyla açıklanabilir.

Depolama periyoduna bakıldığında SABU ve SUBU ile zenginleştirilen yoğurtlarda en yüksek sinerezis değeri ($\%26.20 \pm 12.43$) 28. günde belirlenmiştir. Bu durum depolama periyoduna bağlı olarak örneklerde asitliğin ilerlemesinin serum ayrılmasını tetikleyici etki göstermiş olabileceği ile açıklanabilir.

Laktik asit bakterileri tarafından laktozun devam eden fermentasyonu laktik asit üretimine ve buda ürünlerde asitliğin artmasına neden olmaktadır (Lourens-Hattingh ve Viljoen, 2001). Bu durum kazein misel matrisinin daha fazla kasılması ile sonuçlanmakta ve yoğurt örneklerinde serum ayrılmasını arttırmaktadır (Achanta ve ark., 2007).

Amatayakul ve ark. (2006) yapmış oldukları çalışmada, pıhtısı kırılmamış yoğurtlarda toplam kurumadde içeriğinin 9g/100 g'dan 14 g/100 g'a arttırmanın serum ayrılmasını azalttığını bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar gösteren Mahdian ve Tehrani (2007) yapmış olduğu bir çalışmada, yoğurtta toplam kurumadde içeriğinin 14 g/100 g'dan, 18, 23 ve 27 g/100 g'a arttırmanın serum ayrılmasını azalttığını rapor edilmiştir.

Guggisberg ve ark. (2009), farklı yağ içeriğine sahip inulin ile zenginleştirilen ($\%0-4$) yoğurtlarda sinerezisin sadece düşük yağ içerikli ($\%0.1, 1$ ve 2) yoğurt örneklerinde gözlendiğini ve $\%2$ 'ye kadar inülin ilavesinin görsel olarak tespit edilen sinerzisi azalttığını rapor etmişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada soya sütü ve yağsız süt kombinasyonu (1:1) ile hazırlanan yoğurt benzeri ürünlerin kontrol yoğurtlara göre daha az seviyede sinerezisin görüldüğü rapor edilmiştir (Park ve ark., 2005).

Aportela-Palacios ve ark. (2005), doğal ve kavrulmuş buğday kepeği ilavesinin yoğurt kalitesi üzerine etkisini araştırmışlar ve artan lif ilavesinin (%1.5, 3.0 ve 4.5) sinerezisi azalttığını bildirmişlerdir. Doğal buğday kepeğinin kavrulmuşlara göre kıvam üzerine daha fazla etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Daha kısa yoğurt yapma süresi, set tip yoğurtların fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerini olumsuz bir şekilde etkileyebilir. Daha hızlı bir asitleşme hızına bağılı olarak kazein misellerden kolloidal kalsiyum fosfatların hızla salınması, kazein ağlarının erken oluşmasına neden olan misellerden tekli kazeinlerin erkenden ayrılmasına sebep olur (Lee ve Lucey, 2010). Bu durum az sayıda protein-protein bağlarının oluşumu ile sonuçlanan hızlı protein agregasyonuna ve partiküllerin/kümelerin yeniden düzenlenmesine neden olur. Sonuç olarak geniş boşluklara sahip zayıf bir jel daha fazla serum ayrılmasına sebebiyet vermektedir (Lee ve Lucey, 2003; Lee ve Lucey, 2004; 2010).

4.3.9. Su tutma kapasitesi sonuçları ve tartışma

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi değerleri ortalama 45.52 ± 1.86 - 62.87 ± 1.60 arasında değişmiştir.

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun su tutma kapasitesi değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16’da ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, katkı çeşidinin ve oranının su tutma kapasitesi değerleri üzerine etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde ve depolama periyodunun etkisinin ise istatistiki olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, SABU katkısı ile zenginleştirilen yoğurt örnekleri daha yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir. SABU katkısında nişasta miktarının SUBU katkısına göre daha yüksek oranda olması, SABU ile zenginleştirilen ürünlerin su tutma kapasitesini artırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.2). %3 katkı oranı, zenginleştirilen yoğurt örneklerinde en yüksek su tutma kapasitesi göstermiştir. Diğer katkılama oranları için su tutma kapasitesi değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.17).

Zenginleştirilen yoğurt örneklerinde en düşük su tutma kapasitesi depolama periyodunun 1.gününde tespit edilmiştir. Yoğurt fermentasyonu sonrası +4 °C’de depolanan yoğurtların jel yapısını oluşturan protein ağlarındaki meydana gelen sıkılaşıma nedeniyle depolamanın 1. gününe göre 7. gün örneklerin su tutma kapasitesinin artış gösterdiği belirlenmiştir. Depolama periyodunun 7., 14. ve 21. günlerinde örneklerin su tutma kapasiteleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.17). Ancak depolamanın 28. gününde zenginleştirilen yoğurtların su tutma kapasitesi bir miktar azalma göstermiştir. Bu durum depolama periyodunun 28. günde zenginleştirilen yoğurt örneklerinde asitliğin artıp, sinerezisin daha fazla tetiklenmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Yoğurtta serum ayrılması tüketici tercihini olumsuz etkilediğinden, üreticiler genellikle bu durumu engellemek için iki farklı uygulamada bulunurlar. Bunlardan biri yoğurt sütünün toplam süt kurumaddesini özellikle protein miktarını arttırmak, bir diğeri ise pektin, jelatin ve nişasta gibi stabilizatörleri ilave etmektir (McCann ve ark., 2011). Yoğurdun zenginleştirmesinde kullanılan doğal lif ve nişasta kaynağı olan SUBU ve SABU katkılarının son üründe su tutma kapasitesini geliştirdiğini ifade edebiliriz.

4.3.10. Su aktivitesi sonuçları ve tartışma

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin su aktivitesi değerleri Çizelge 4.18’de verilmiştir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerinin su aktivitesi değerleri 0.951-0.965 aralığında değişim göstermektedir.

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun su aktivitesi değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, katkı çeşidinin, katkı oranının ve depolama periyodunun su aktivitesi değerleri üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Staffolo ve ark. (2004), %1.3 oranında buğday, bambu, inulin ve elma lifi ilave ettikleri yoğurtların su aktivitesi değerlerini 0.98 olarak tespit etmişler ve 21 günlük depolama periyodu boyunca tüm yoğurtlarda sabit kaldığını bildirmişlerdir.

Aportela-Palacios ve ark. (2005), farklı oranlarında doğal ve kavrulmuş buğday kepeği ve kalsiyum ilavesi ile hazırladıkları yoğurtların bazı fizikokimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Kontrol yoğurtlarda 0.988 olarak tespit ettikleri su aktivitesi

değerlerinin, %1.5, 3.0 ve 4.5 oranlarında buğday kepeği ile zenginleştirilen yoğurtlarda sırasıyla 0.987, 0.987 ve 0.985 olarak belirlemişlerdir. Yoğurtlara ilave edilen lif oranı arttıkça su aktivitesi değerlerinin düştüğünü ifade etmişlerdir.

Su aktivitesi değerleri literatür sonuçlarından farklı çıkmıştır. Bu durumun yoğurtları zenginleştirmede kullanılan maddelerin farklılığından kaynaklanmış olabileceği ifade edilebilir.

Shah ve Ravula (2000), su aktivitesinin yoğurt bakterileri ve probiyotik bakterilerin canlılığı ve organik asit üretimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Farklı oranlarda (%0, 4, 8, 12 ve 16) sakkaroz ilave ettikleri sütü pH 4.5'e kadar inkübe edip, hazırladıkları yoğurtlarda 30 gün boyunca söz konusu bakterilerinin sayılarını ve organik asit oluşumunu takip etmişlerdir. İlave edilen şeker miktarı arttıkça su aktivitesinin azaldığını ve inkübasyon süresinin uzadığını belirtmişlerdir. %12 ve 16 oranında şeker ilavesinin probiyotik ve yoğurt bakterilerinin gelişimini olumsuz etkilediğini ifade etmişlerdir.

Fajardo-Lira ve ark. (1997), *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un asit üretim hızına sütün su aktivitesinin etkisini araştırmışlardır. Sütün su aktivitesini gliserol ilavesi ile 0.992'den 0.943'e ayarlamış ve 30-50°C arasındaki sıcaklıklarda asit üretim hızlarını belirlemişlerdir. Su aktivitesindeki azalmanın her iki organizmada asit üretimini inhibe ettiğini rapor etmişlerdir.

4.3.11. Toplam fenolik madde sonuçları ve tartışma

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin toplam fenolik madde içeriği sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerinin toplam fenolik madde içeriği değerleri ortalama 64.19 ± 6.01 - 96.83 ± 0.57 $\mu\text{g GAE/g}$ aralığında değişim göstermektedir.

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun toplam fenolik madde içeriği değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19'da ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, katkı çeşidinin fenolik madde miktarı üzerine etkisinin olmadığı; katkı oranının toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisinin istatistik olarak $p < 0.05$ düzeyinde ve depolama periyodunun etkisinin ise $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, en yüksek toplam fenolik madde içerikleri %3 oranında zenginleştirilen yoğurt örneklerinde (84.18 ± 8.13 µg GAE/g) tespit edilmiştir. Yoğurdu zenginleştirmek için kullanılan SUBU ve SABU ilavelerinin fitokimyasal bileşenlerinin (flavonoid ve fenolik bileşenler) miktarına bağlı olarak katkılama oranı arttıkça toplam fenolik madde içerikleri de artış göstermiştir.

Depolama periyodunun 1., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde zenginleştirilen yoğurt örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla ortalama 69.76 ± 7.25 , 76.32 ± 4.90 , 78.38 ± 5.27 , 79.89 ± 6.41 ve 83.71 ± 7.25 µg GAE/g olarak belirlenmiş ve en yüksek toplam fenolik değeri 28. günde tespit edilmiştir. Depolama periyodunda ilerleyen zamana bağlı olarak örneklerin toplam fenolik madde içeriğinin artması devam eden fermentasyon sürecinde mikroorganizmaların aktivitesi ile açıklanabilir. Yoğurdun inkübasyonu esnasında ya da sonradan gelişen asitlik sırasında ferulik ve kumarik asit gibi fenolik asitlerin mikroorganizmalar tarafından kullanımı vanilik ve p-hidroksibenzoik asit gibi farklı fenolik bileşenlerin oluşumuna neden olmaktadır (Joung ve ark., 2016). Ayrıca yoğurt bakterileri tarafından süt proteinlerinin parçalanması yoğurtların toplam fenolik madde içeriğinin artışına neden olmaktadır. Çünkü bazı amino asitler, örneğin tirozin amino asiti, bir fenolik yan zincire sahiptir (Shah, 2000).

Fermentasyon, bitki bazlı gıdalardan fenolik bileşiklerin serbest kalmasını artırarak antioksidatif aktiviteyi geliştirdiğinden, doğal antioksidanların sağlanmasında yararlı bir yöntem olarak bilinmektedir. Fermentasyon ile teşvik edilen bitki hücre duvarlarının yapısal parçalanması, toplam fenollerin ve gözlenen antioksidan aktivitenin artmasından sorumlu olan çeşitli biyoaktif bileşiklerin sentezine veya bu bileşiklerin serbest kalmasına neden olabilir (Katina ve ark., 2007; Dordevic ve ark., 2010).

Joung ve ark. (2016), Kore'ye ait geleneksel bitki ekstraktları ile zenginleştirdikleri yoğurtların mikrobiyal, fonksiyonel ve duyuşal özelliklerini araştırmışlardır. Bitki ekstraktı ile zenginleştirilen yoğurtlarda toplam fenolik madde içeriğinin sade yoğurtlara göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca depolama süresi boyunca yoğurt örneklerindeki toplam fenolik madde içeriğinin kademeli olarak artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu durumu, bitki ekstraktları ile zenginleştirilen yoğurtlarda daha yüksek mikrobiyal canlılığın ve asitliğin bulunmasıyla açıklamışlardır.

4.3.12. Toplam antioksidan aktivite sonuçları ve tartışma

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin antioksidan aktivite değerleri DPPH ve ABTS⁺ radikallerini süpürme kapasitelerine göre belirlenmiştir.

4.3.12.1. DPPH serbest radikalleri süpürme kapasitesi ile antioksidan aktivite değerleri

DPPH serbest radikalleri süpürme yöntemi ile antioksidan aktivite sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Yoğurt örneklerin DPPH % inhibisyon değerleri ortalama % 2.20±0.07-4.87±1.09 aralığında değişmiştir.

Katkı çeşidinin, katkı oranının ve depolama periyodunun DPPH değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19’da ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.20’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, katkı çeşidinin DPPH değerleri üzerine etkisinin olmadığı, katkı oranının etkisinin istatistiki olarak $p<0.05$ düzeyinde ve depolama periyodunun etkisinin ise $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, katkı oranına bağlı olarak en yüksek DPPH değeri %2 ve %3 katkılama oranında zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinde tespit edilmiştir. Diğer katkılama oranları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Depolama periyodunun SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin DPPH değerleri üzerine etkisine baktığımızda depolama periyodunun 28. gününde en yüksek antioksidan aktivite belirlenirken, daha önceki günlerde, örneklerin DPPH değerleri arasındaki farkın istatistiki olarak önemli bulunmadığı belirlenmiştir.

Depolama esnasında devam eden mikrobiyal gelişme, fenolik bileşiklerin bazılarını değiştirmiş ve dolayısıyla antioksidan aktivitelerini artırmış olabilir (Blum, 1998). Öte yandan, daha önce yapılan çalışmalarda, depolama esnasındaki mikrobiyal aktivitedeki dalgalanmaların, fenolik bileşiklerin parçalanmasının artmasına (Yıldız ve ark., 2009) ve/veya süt proteini polifenol etkileşiminin artmasına (Yüksel ve ark., 2010) neden olduğu ve böylece antioksidan aktivitenin arttığı rapor edilmiştir. Sonuç olarak, bitki ekstraktları ile takviye edilmiş yoğurdun tüketiminin, yüksek antioksidan aktivitesi ve canlı bakteri içeriği ile bağlantılı sağlık açısından faydalarının olduğu belirtilmiştir.

Wang ve ark. (2006), laktik asit bakterileri ve bifidobakterileri içeren fermente soya sütlerinin antioksidan aktivitelerini araştırmışlardır. Fermente soya sütlerinin kullanılan starter çeşidine bağlı olarak fermente edilmeyenlerden daha yüksek antioksidan kapasite gösterdiklerini belirtmişlerdir. Buna ilaveten soya sütünün fermentasyonunda laktik asit bakterileri ve bifidobakterilerin birlikte kullanılmasının antioksidan aktiviteyi artırdığı rapor edilmiştir.

Coisson ve ark. (2005), *Euterpre oleracea* adlı meyve suyu ilave ettikleri yoğurtların antioksidan kapasitesini araştırmışlardır. Kontrol yoğurtların DPPH radikalini inhibe etme kapasitesini %9.97, meyveli yoğurtların ise %16.18 olarak tespit etmişlerdir. Bulgularımız bu değerlerden daha düşüktür. Bunun nedeninin iki çalışmada kullanılan yöntem, ürün işleme ve bileşim farklılığından kaynaklanabileceği ifade edilebilir.

4.3.12.2. ABTS⁺ serbest radikal süpürme yöntemi ile antioksidan aktivite değerleri

ABTS⁺ serbest radikalleri süpürme yöntemi ile antioksidan aktivite sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir. Yoğurt örneklerin ABTS⁺ değerleri ortalama 0.12±0.00-0.24±0.03 mM troloks/g aralığında değişim göstermektedir.

Katkı çeşidinin, katkı oranının ve depolama periyodunun ABTS⁺ değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19'da ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.20'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, katkı çeşidinin ABTS⁺ değerleri üzerine etkisinin olmadığı, katkı oranının etkisinin istatistiki olarak $p < 0.05$ düzeyinde ve depolama periyodunun etkisinin ise $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir.

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde; %3 katkılama oranı ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde en yüksek ABTS⁺ değeri belirlenmiştir. Bu sonuç DPPH yöntemiyle belirlenen antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarı sonucuyla birbirini desteklemektedir. Diğer katkılama oranlarında ABTS⁺ değerlerinde katkılama miktarına bağlı çok az artış gözlenmiş olsa dahi istatistiki olarak aralarındaki fark önemli bulunmamıştır.

Depolama periyodunun SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin ABTS⁺ değerleri üzerine etkisine baktığımızda DPPH serbest radikalleri giderme yöntemiyle bulunan sonuçlarla örtüşmektedir.

Çizelge 4.18. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçlarının ortalaması ve standart sapması (n=2)

Depolama Periyodu (gün)	Katkı Çeşidi	Katkı Oranı (%)	Su aktivitesi	Toplam fenolik ($\mu\text{gGAE/g}$)	DPPH (%inhibisyon)	ABTS (mM troloks/g)
1.	SUBU ¹	0	0.965±0.003	65.50±7.42	2.20±0.07	0.13±0.00
		1	0.963±0.001	67.91±6.22	3.43±0.35	0.15±0.01
		2	0.960±0.003	67.90±8.94	3.92±0.23	0.15±0.00
		3	0.956±0.001	75.67±11.69	3.58±0.77	0.17±0.02
	SABU ²	0	0.959±0.000	64.19±6.01	2.27±0.47	0.13±0.02
		1	0.956±0.003	68.05±5.00	2.86±0.98	0.14±0.01
		2	0.953±0.003	75.81±0.87	2.84±0.20	0.14±0.01
		3	0.958±0.001	73.02±11.53	3.18±0.03	0.14±0.00
7.	SUBU ¹	0	0.954±0.000	73.18±1.15	2.75±0.28	0.12±0.00
		1	0.956±0.000	73.64±1.24	3.71±0.44	0.17±0.00
		2	0.956±0.001	76.54±6.23	4.09±0.21	0.16±0.02
		3	0.960±0.002	85.53±0.06	4.21±0.22	0.19±0.01
	SABU ²	0	0.956±0.005	70.80±2.18	2.49±0.27	0.14±0.02
		1	0.958±0.005	73.51±1.52	3.26±0.30	0.16±0.00
		2	0.962±0.006	78.00±0.16	3.88±0.75	0.18±0.01
		3	0.958±0.005	79.35±2.53	3.97±0.41	0.16±0.05
14.	SUBU ¹	0	0.957±0.004	73.96±3.86	2.63±0.11	0.15±0.02
		1	0.954±0.003	77.44±4.27	3.93±0.37	0.18±0.01
		2	0.957±0.004	79.50±4.48	4.46±0.83	0.17±0.01
		3	0.958±0.001	87.52±1.36	4.87±1.09	0.20±0.03
	SABU ²	0	0.960±0.004	72.63±1.97	2.74±0.20	0.14±0.00
		1	0.960±0.005	74.69±2.00	3.65±0.17	0.17±0.01
		2	0.964±0.006	78.44±1.33	4.38±1.00	0.18±0.00
		3	0.959±0.011	82.84±2.96	4.68±1.31	0.17±0.04
21.	SUBU ¹	0	0.952±0.006	75.16±0.96	2.94±0.45	0.15±0.01
		1	0.959±0.000	77.76±7.03	3.68±0.66	0.18±0.00
		2	0.957±0.003	80.24±9.39	4.32±0.57	0.17±0.00
		3	0.951±0.001	92.35±1.31	4.68±0.89	0.22±0.01
	SABU ²	0	0.954±0.004	74.89±1.45	2.71±0.47	0.17±0.01
		1	0.954±0.003	76.56±0.78	3.49±0.44	0.18±0.02
		2	0.956±0.003	79.77±2.43	4.26±1.19	0.18±0.01
		3	0.960±0.005	82.37±4.36	4.87±0.19	0.18±0.01
28.	SUBU ¹	0	0.960±0.001	76.74±10.58	3.27±0.52	0.19±0.06
		1	0.957±0.000	82.81±4.98	3.98±0.95	0.21±0.02
		2	0.963±0.001	84.89±6.96	4.25±1.10	0.20±0.04
		3	0.961±0.002	96.83±0.57	4.28±1.03	0.24±0.03
	SABU ²	0	0.959±0.002	77.03±2.36	2.81±1.15	0.19±0.04
		1	0.958±0.002	79.90±0.73	3.59±1.03	0.18±0.01
		2	0.960±0.004	85.18±2.32	4.27±0.19	0.20±0.05
		3	0.956±0.008	86.28±2.97	4.38±0.08	0.22±0.08

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

Çizelge 4.19. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin bazı kimyasal analiz sonuçlarına ait varyans analizi sonuçları³

VK	SD	Su aktivitesi		Toplam fenolik		DPPH		ABTS	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Katkı Çeşidi (A)	1	0.000008820	0.131 ns	71.225	0.799 ns	1.045	0.105ns	0.001	0.840 ns
Katkı Oranı (B)	3	0.00006507	0.964 ns	512.751	5.752*	10.057	3.595*	0.005	3.982*
AxB	3	0.00003284	0.487 ns	62.726	0.704 ns	0.074	0.058ns	0.001	1.155 ns
Hata1	8	0.00006751		89.149		1.599		0.001	
Depolama periyodu (C)	1	0.00001702	0.109 ns	1584.692	132.290**	6.133	41.156**	0.031	41.367**
CxA	1	0.00001172	0.750 ns	37.376	3.120 ns	0.284	1.908ns	0.000002025	0.003 ns
CxB	3	0.00001411	0.903 ns	11.729	0.979 ns	0.102	0.682ns	0.000	0.478 ns
CxAxB	3	0.00004568	0.292 ns	12.881	1.075 ns	0.205	1.379ns	0.00003774	0.050 ns
Hata2	8	0.00001563		11.979		0.149		0.001	

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³* p<0.05 seviyesinde önemli, ** p<0.01 seviyesinde önemli, ns önemsiz

Çizelge 4.20. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin bazı kimyasal analiz sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	n	Toplam fenolik (µg GAE/g)	DPPH (% inhibisyon)	ABTS (mM troloks/g)
Katkı Çeşidi				
SUBU ²	40	78.55±9.01	3.76±0.84	0.175±0.034
SABU ³	40	76.67±6.06	3.530±0.91	0.168±0.030
Katkı Oranı (%)				
0	20	72.41±5.55b	2.68 ± 0.47b	0.152± 0.030b
1	20	75.23±5.49b	3.56 ± 0.57ab	0.172 ± 0.020ab
2	20	78.63±6.15ab	4.07 ± 0.70a	0.173 ± 0.025ab
3	20	84.18±8.13a	4.27 ± 0.77a	0.190 ± 0.040a
Depolama Periyodu (gün)				
1	16	69.76±7.25c	0.14±0.015b	0.145 ± 0.01b
7	16	76.32±4.90b	0.16±0.025b	0.161 ± 0.03b
14	16	78.38±5.27b	0.17±0.022b	0.169 ± 0.02b
21	16	79.89±6.41ab	0.18±0.022ab	0.178 ± 0.02ab
28	16	83.71±7.25a	0.21±0.038a	0.206 ± 0.04a

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir ²SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

Yani depolama periyodunun 28. gününde en yüksek ABTS⁺ değeri belirlenmiş, daha önceki günlerde örneklerin ABTS⁺ değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Kontrollü fermentasyonda laktik asit bakterilerinin bulunması, basit fenolik dönüşüme ve yüksek molekül ağırlıklı fenolik bileşiklerin depolimerizasyonuna katkıda bulunduğu belirtilmektedir (Othman ve ark., 2009). Fermentasyondan sonra gözlemlenen toplam fenollerdeki artış, antioksidan aktivitede gözlenen artıştan sorumlu olabileceğide rapor edilmiştir (Ng ve ark., 2011).

Lin ve Yen (1999), laktik asit bakterilerinin antioksidan aktivitelerini belirlemek için yaptıkları çalışmada, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* ve *Bifidobacterium longum* bakterilerinin farklı suşlarını kullanmışlardır. Araştırma sonunda laktik asit bakterilerinin antioksidan aktiviteye sahip oldukları ve bu amaçla doğal antioksidan takviyelerin veya fonksiyonel gıdaların bileşiminde kullanılabileceklerini bildirmişlerdir.

Hernández-Ledesma ve ark. (2005), fermente sütler üzerinde yaptıkları bir çalışmada ürünlerin antioksidan aktivitesini ABTS⁺ radikalini yakalama kapasitelerine göre belirlemişlerdir. Sütün fermentasyonu sırasında kazeinden açığa çıkan bazı peptitlerin antioksidan aktiviteden sorumlu oldukları belirlenmiştir.

Agil ve ark. (2013), mercimek ile zenginleştirdikleri probiyotik yoğurtların antioksidan özelliklerini ve probiyotik bakterilerin gelişimini araştırmışlardır. Mercimekten ekstrakte edilen suda çözünen polisakkaritlerin yüksek polifenol içeriğine bağlı olarak, güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğunu, yoğurda mercimek ilavesinin antioksidatif faydalar sağlamasının yanında faydalı bakterilerin gelişimini de desteklediğini ifade etmişlerdir.

4.3.13. Fitat fosforu ve fitik asit sonuçları ve tartışma

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin fitat fosforu ve fitik asit değerleri Çizelge 4.21'de verilmiştir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerinin fitat fosforu ve fitik asit içeriği değerleri sırasıyla ortalama 107.15±8.49-497.85±7.85 mg/100g ve 23.69±2.51-150.42±9.21 mg/100g aralığında değişim göstermektedir.

Katkı çeşidinin, katkı oranının ve depolama periyodunun fitat fosforu ve fitik asit değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.23'de verilmiştir. Varyans analizi

sonuçlarına göre, katkı oranının ve depolama periyodunun fitat fosforu değerleri üzerine etkisi istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde, katkı çeşidinin etkisi ise $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca, SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örnekleri üzerine etkili tüm faktörlerin fitik asit değerleri üzerine etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde ortalama fitat fosforu değerleri sırasıyla 85.57 ± 40.65 mg/100g ve 81.89 ± 35.13 mg/100g olarak bulunmuştur. SUBU katkısında bulunan fitat fosforu (454.69 ± 4.28 mg/100g) ve fitik asit (1613.69 ± 17.11 mg/100g) miktarlarının SABU katkısında bulunan fitat fosforu (436.86 ± 1.39 mg/100g) ve fitik asit (1549.09 ± 4.95 mg/100g) miktarlarından daha fazla olması, zenginleştirilen yoğurt örneklerine de yansımış ve SUBU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin fitat fosforu ve fitik asit miktarları daha yüksek bulunmuştur.

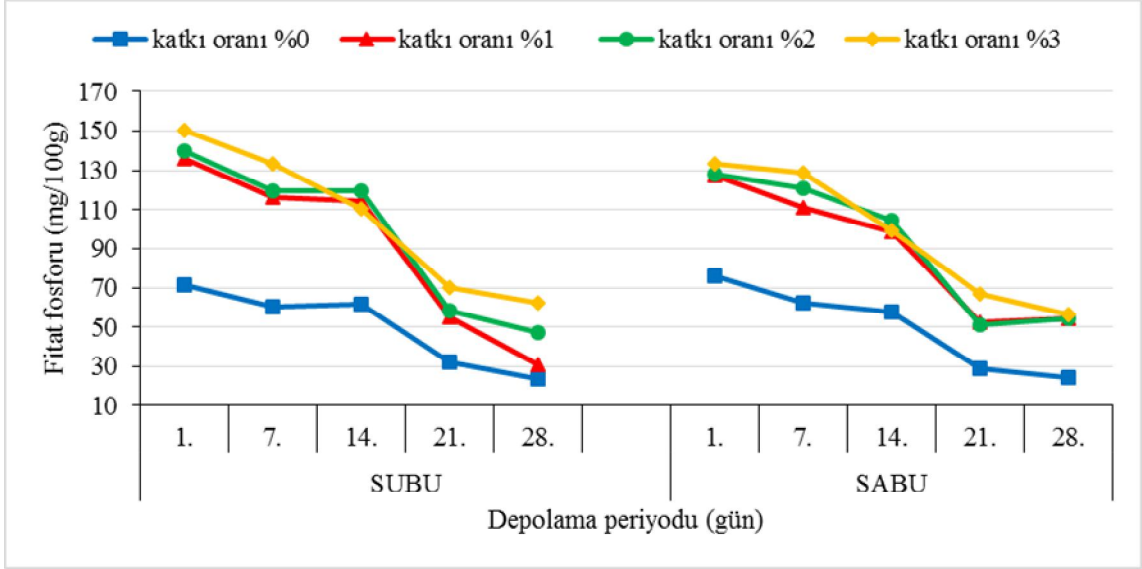
Katkılama oranı arttıkça zenginleştirilen yoğurt örneklerinde fitat fosforu ve fitikasit değerleri artmış ve %3 katkı oranında en yüksek değerler belirlenmiştir (Çizelge 4.23).

Depolama periyodunun 1., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde ortalama fitat fosforu miktarı sırasıyla 120.26 ± 29.09 mg/100g, 106.64 ± 28.27 mg/100g, 95.79 ± 23.29 mg/100g, 51.81 ± 14.41 mg/100g ve 44.17 ± 15.30 mg/100g; fitik asit değerleri de 426.30 ± 63.80 mg/100g, 386.60 ± 54.40 mg/100g, 345.20 ± 57.60 mg/100g, 223.62 ± 31.92 mg/100g ve 176.20 ± 50.30 mg/100g olarak bulunmuştur. Zenginleştirilen yoğurt örneklerinde depolama periyodu ilerledikçe fitat fosforu ve fitik asit miktarları azalmakta ve en düşük değerler depolamanın 28. gününde görülmektedir.

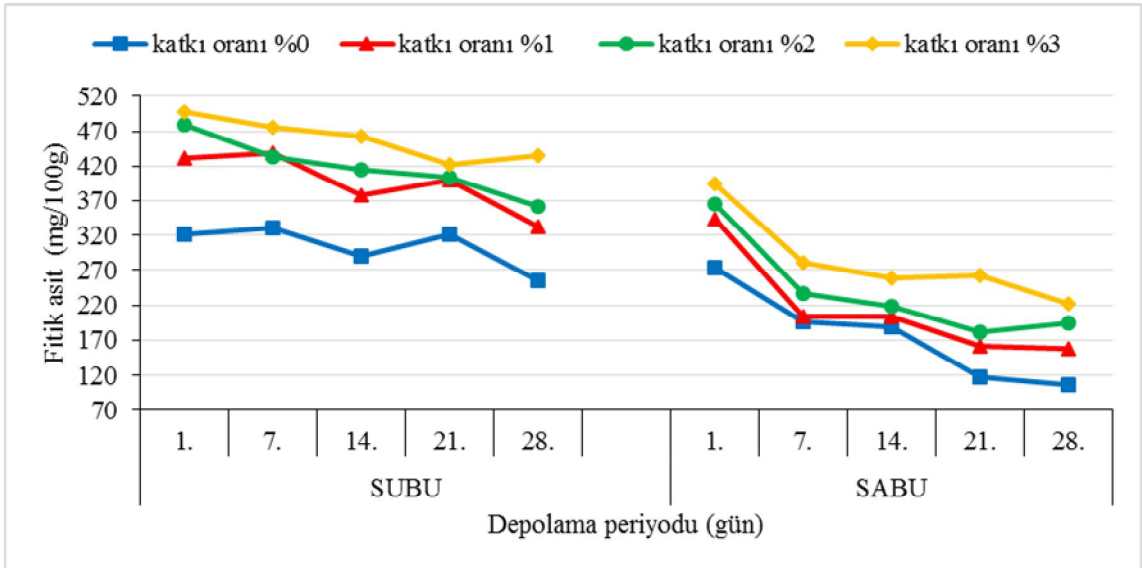
SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin fitat fosforu değerleri üzerine etkili 'Katkı çeşidi x Katkı oranı x Depolama periyodu' interaksyonu Şekil 4.5'de verilmiştir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerinde depolama periyodu boyunca SUBU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin tüm katkılama oranları için fitat fosforu değerlerinin SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerine göre daha düşük olduğu görülmektedir. En düşük fitat fosforu değeri (kontrol yoğurtlar hariç) depolama periyodunun 28.gününde %1 oranında SUBU ilaveli ile zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinde tespit edilmiştir.

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin fitik asit değerleri üzerine etkili 'Katkı çeşidi x Katkı oranı x Depolama periyodu' interaksyonu Şekil 4.6'da verilmiştir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde tüm

depolama periyodu boyunca SUBU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde tüm katkılama oranları için fitik asit değerlerinin SABU ile zenginleştirilenlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 4.5. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin fitat fosforu değerleri üzerine etkili 'Katkı çeşidi x Katkı oranı x Depolama periyodu' interaksiyonu (¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un)



Şekil 4.6. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin fitik asit değerleri üzerine etkili 'Katkı çeşidi x Katkı oranı x Depolama periyodu' interaksiyonu (¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un)

Buğday tanesinde olgunlaşma ilerledikçe tanedeki fitik asit ve fitat fosforu miktarlarının azaldığı yapılan araştırmalarda belirtilmiştir (Abernethy ve ark., 1973; Lolas ve ark., 1976).

Fitik asit demir, çinko, kalsiyum ve magnezyum gibi bazı minerallerin absorpsiyonunu engellemektedir. Çünkü fitat-besin kompleksleri çözünmez yapılardır ve bu nedenle bu minerallerden sindirim sisteminde biyolojik olarak yararlanılamaz. Suda bekletme, çimlendirme ve fermentasyon gibi gıda hazırlama işlemleri, tahıl ve baklagillerde doğal olarak bulunan, fitik asiti parçalayan fitaz enzimini aktive ederek fitik asit miktarını azaltabilir. Aynı zamanda fitik asit ticari fitazla uzaklaştırılabilir ya da parçalanabilir (Febles ve ark., 2002; Habiba, 2002). Beslenme programlarında 2-8 g/gün düzeyinde fitik asit tüketimi mineral absorpsiyonunu büyük ölçüde engellemektedir (Bilgiçli, 2002).

Fitik asit daha çok buğdayın kabuğunda bulunmakta; uygulanan yüksek sıcaklık ve ıslatma gibi işlemler fitik asit miktarında azalmaya neden olmaktadır (Plaami, 1997).

Ayrıca ortamın pH derecesi fitat parçalanmasını etkileyen diğer bir faktördür. Düşük pH değerleri fitat parçalanmasını artmaktadır (De Lange ve ark., 1961; Rohrllich, 1969) Fitaz enziminin en iyi aktiviteyi 45-60°C'de pH 4.5-5.0 aralığında gösterdiği belirtilmiştir (Bilgiçli, 2002).

Fagbemi ve ark. (2005), kaynatma işlemi ile tanedeki fitik asit içeriğinin %32.1-64.8 aralığında azaldığını rapor etmişlerdir.

Bu bağlamda SUBU ve SABU ile zenginleştirilmiş yoğurt sütünün 90°C'de 10 dakika ısıtılmasına tabi tutulmasıyla zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinin fitik asit ve fitat fosforu değerleri oldukça azalmıştır. Buğday tanesi fitatları parçalayan endojen fitaz enzimi içermektedir. Bu fitaz enzimi ekmek yapımında fermentasyon sırasında aktive olmaktadır (Hurrell, 2003). Türk ve ark. (1996), yapmış oldukları çalışmada ekmekte meydana gelen enzim bazlı fitik asit kaybının hem undan gelen hemde mayadan kaynaklanan fitaz enzimi vasıtasıyla gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Depolama periyodu fitik asit ve fitat fosforundaki azalma, buğdayda bulunan endojen fitaz enziminin aktive olmasıyla ilişkilendirilebilir.

4.3.14. Nişasta sonuçları ve tartışma

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin nişasta içeriği sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerinin nişasta içeriği değerleri ortalama $0.00 \pm 0.00 - 3.42 \pm 0.35$ arasında değişmiştir.

Yoğurt örneklerinde zenginleştirme için kullanılan SUBU ve SABU katkılarının nişasta içerikleri kurumadde esasına göre sırasıyla ortalama 36.78 ± 3.80 ve 55.14 ± 1.36 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Yapılan birçok çalışmada buğday tanesinde olgunlaşma periyoduna bağlı olarak nişasta birikiminin arttığı bildirilmiştir (Jennings ve Morton, 1962; Iametti ve ark., 2006; Merendino ve ark., 2006; Cimini ve ark., 2015).

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun nişasta miktarı değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22’de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.23’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, katkı çeşidinin ve katkı oranının nişasta miktarı üzerine etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunduğu, ancak depolama periyodunun nişasta miktarı üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

SUBU ve SABU katkılarının nişasta içeriklerindeki farklılık zenginleştirilen yoğurt örneklerinede yansımış, SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde daha yüksek nişasta değerleri belirlenmiştir (Çizelge 4.23).

SUBU ve SABU katkı oranlarına bağlı olarak %0, 1, 2 ve 3 oranlarında zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinin nişasta içerikleri sırasıyla 0.00 ± 0.00 , 1.08 ± 0.27 , 1.61 ± 0.33 ve 3.16 ± 0.23 olarak belirlenmiştir. Katkı oranına bağlı olarak nişasta içeriğinin arttığı gözlenmiştir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurtlarda en yüksek nişasta içeriği %3 oranında zenginleştirilen örneklerde belirlenmiştir.

Merendino ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada çiçeklenme sonrası farklı günlerde buğday tanesinin nişasta içeriğindeki değişimler belirlenmiştir. Çiçeklenmeden 9 gün sonra buğday tanesindeki nişasta miktarının kurumadde 11.0 ± 0.2 düzeyinde olduğu, olgunlaşmaya bağlı olarak bu değer artış gösterdiği ve çiçeklenmeden 45 gün sonra ise 58.9 ± 0.7 değerine ulaştığı rapor edilmiştir.

Çizelge 4.21. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin bazı kimyasal analiz sonuçlarının ortalaması ve standart sapması (n=2)

Depolama Periyodu (gün)	Katkı Çeşidi	Katkı Oranı (%)	Fitat fosforu (mg/100g)	Fitik asit (mg/100g)	Nişasta (%)
1.	SUBU ¹	0	71.10±3.59	322.22±5.13	0.00±0.00
		1	135.62±5.86	431.47±6.26	0.74±0.12
		2	139.99±5.35	479.97±5.69	1.31±0.15
		3	150.42±9.21	497.85±7.85	3.04±0.27
	SABU ²	0	75.72±3.38	331.45±4.95	0.00±0.00
		1	127.62±0.42	439.67±4.07	1.26±0.15
		2	128.03±2.35	432.60±3.04	1.83±0.19
		3	133.54±7.96	475.12±2.23	3.26±0.12
7.	SUBU ¹	0	60.03±1.98	289.44±1.57	0.00±0.00
		1	116.52±10.68	377.64±4.60	0.82±0.16
		2	119.78±7.33	414.30±6.26	1.27±0.18
		3	133.39±6.79	463.51±5.71	3.04±0.12
	SABU ²	0	62.39±2.00	322.22±7.60	0.00±0.00
		1	111.29±5.28	400.12±2.79	1.27±0.10
		2	120.66±6.91	403.19±6.63	1.83±0.11
		3	129.03±3.67	422.36±7.72	3.22±0.06
14.	SUBU ¹	0	61.46±3.16	255.42±1.94	0.00±0.00
		1	114.30±3.47	332.32±4.42	0.85±0.12
		2	119.63±2.24	361.72±9.58	1.31±0.15
		3	110.35±1.29	435.07±7.95	2.96±0.15
	SABU ²	0	57.55±4.33	273.00±8.13	0.00±0.00
		1	98.92±3.47	343.87±9.58	1.35±0.13
		2	104.56±2.24	365.90±6.22	1.94±0.20
		3	99.53±6.46	394.22±8.45	3.37±0.19
21.	SUBU ¹	0	32.31±3.91	196.47±5.62	0.00±0.00
		1	54.92±5.64	203.70±6.65	0.90±0.22
		2	58.43±3.34	237.05±7.00	1.29±0.17
		3	69.86±2.17	281.12±7.74	2.91±0.01
	SABU ²	0	29.02±1.68	189.47±4.85	0.00±0.00
		1	52.15±0.89	203.92±8.94	1.35±0.08
		2	50.93±4.19	218.15±7.78	1.94±0.11
		3	66.85±4.28	259.10±3.32	3.42±0.35
28.	SUBU ¹	0	23.69±2.51	117.35±2.33	0.00±0.00
		1	30.83±7.59	162.57±7.81	0.91±0.12
		2	46.89±3.21	182.57±8.94	1.36±0.07
		3	61.89±7.96	262.50±8.56	3.00±0.02
	SABU ²	0	24.58±2.09	107.15±8.49	0.00±0.00
		1	54.44±2.84	158.80±4.03	1.37±0.08
		2	54.54±1.75	195.30±8.91	1.99±0.08
		3	56.56±4.61	223.00±7.92	3.41±0.24

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

Çizelge 4.22. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin bazı kimyasal analiz sonuçlarına ait varyans analizi sonuçları³

VK	SD	Fitat fosforu		Fitik asit		Nişasta	
		KO	F	KO	F	KO	F
Katkı Çeşidi (A)	1	270.076	11.095*	1060.915	38.364**	2.525	33.232**
Katkı Oranı (B)	3	10688.856	439.100**	59897.447	2165.976**	34.597	455.338**
AxB	3	67.903	2.789ns	1952.399	70.601**	0.332	4.373*
Hata1	8	24.343		27.654		0.076	
Depolama Periyodu (C)	1	68553.846	3779.861**	703848.859	13686.829**	0.060	5.256 ns
CxA	1	290.656	16.026**	18.036	0.351ns	0.022	1.878 ns
CxB	3	1085.320	59.841**	3012.655	58.583**	0.010	0.851 ns
CxAxB	3	104.158	5.743*	699.429	13.601**	0.014	1.228 ns
Hata2	8	18.137		51.425		0.011	

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³* p<0.05 seviyesinde önemli, ** p<0.01 seviyesinde önemli, ns önemsiz

Çizelge 4.23. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin bazı kimyasal analiz sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	n	Fitat fosforu (mg/100g)	Fitik asit (mg/100g)	Nişasta (%)
Katkı Çeşidi				
SUBU ²	40	85.57±40.65a	315.20±112.70a	1.29±1.11b
SABU ³	40	81.89±35.13b	307.90±117.10b	1.64±1.22a
Katkı Oranı (%)				
0	20	49.78±19.70c	240.40±81.40d	0.00±0.00d
1	20	89.66±37.06b	305.40±109.10c	1.08±0.27c
2	20	94.34±36.14b	329.10±107.10b	1.61±0.33b
3	20	101.14±34.41a	371.40±101.20a	3.16±0.23a
Depolama Periyodu (gün)				
1	16	120.26±29.09a	426.30±63.80a	1.43±1.20
7	16	106.64±28.27b	386.60±54.40b	1.43±1.18
14	16	95.79±23.29c	345.20±57.60c	1.47±1.20
21	16	51.81±14.41d	223.62±31.92d	1.47±1.20
28	16	44.17±15.30e	176.20±50.30e	1.51±1.22

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ²SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

4.3.15. Tekstür profili analizi sonuçları ve tartışma

4.3.15.1. Sertlik

Sertlik; gıdanın uygulanan herhangi bir etkiye karşı koyma gücüdür (Szczeniak, 1963). Silindir penetrasyon testi, silindiri yoğurt içine sabit bir hızda belirli bir derinliğe itmek için gereken kuvveti ölçer. Bu kuvvet sertlik veya sıkılık olarak adlandırılmaktadır (Guggisberg ve ark., 2009).

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin tekstür profiline ait sertlik değerleri Çizelge 4.24'de verilmiştir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerinin sertlik değerleri ortalama 210.04 g ile 535.22 g aralığında değişim göstermektedir.

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun sertlik değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, katkı çeşidi ve depolama periyodunun sertlik değerleri üzerine etkisinin olmadığı, katkı oranının etkisinin ise istatistiki olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir.

Diyet lifiyle zenginleştirilen ya da sade yoğurt örneklerinde depolama periyodu boyunca örneklerin sertlik değerlerinin arttığını belirten çalışmalar da mevcuttur. Bu durum depolama boyunca süt proteinlerinin ve diyet liflerinin su tutma kapasitesinin artmasıyla ilişkilendirilmiştir (Dinkci, 2012; Seçkin ve Baladura, 2012).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, % 0, 1 ve 2 katkılama oranlarının istatistiki olarak birbirinden farklı olmadığı tespit edilirken, en yüksek sertlik değeri %3 katkı oranında belirlenmiştir (Çizelge 4.26).

Bu çalışmada belirlenen sonuçlar, literatürdeki sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Espirito-Santo ve ark. (2013), çarkıfelek meyvesi lifi ile zenginleştirilen probiyotik yoğurt örneklerinde sertlik, kıvam ve yapışkanlık değerlerini belirlemişlerdir. Çarkıfelek meyvesi lifiyle zenginleştirilen yağsız yoğurtların kendi kontrollerine kıyasla daha yüksek sertlik, kıvam ve yapışkanlık değerleri gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.24. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin tekstür profil analiz sonuçlarının ortalaması ve standart sapması (n=2)

Depolama Periyodu (gün)	Katkı Çeşidi	Katkı Oranı (%)	Sertlik (g)	Kıvam (g.sn)	Yapışkanlık (g)	Viskozite indeksi (g.sn)
1.	SUBU ¹	0	210.04±112.91	5170.64±106.53	-148.39±0.60	-312.23±51.22
		1	238.12±116.44	5410.62±131.44	-128.08±7.28	-273.45±36.28
		2	274.11±75.61	6656.06±199.28	-108.20±13.89	-241.64±4.02
		3	394.92±110.24	7782.27±142.40	-81.74±5.12	-208.57±7.69
	SABU ²	0	326.00±73.87	6452.37±561.89	-146.90±8.45	-264.51±48.99
		1	370.33±37.45	6632.72±329.40	-132.98±24.24	-312.93±66.89
		2	385.31±39.78	9088.90±119.96	-116.32±34.42	-292.34±44.72
		3	423.54±79.07	10543.48±339.50	-77.71±10.44	-171.73±30.52
7.	SUBU ¹	0	310.40±58.19	6578.75±33.31	-157.28±0.70	-438.99±62.28
		1	315.36±53.45	6565.61±291.40	-136.90±23.02	-347.37±34.01
		2	355.38±99.60	8557.91±41.73	-133.84±20.74	-340.37±37.17
		3	475.28±26.48	10778.80±418.36	-117.18±35.74	-215.05±7.14
	SABU ²	0	336.00±58.44	7690.37±373.53	-162.62±5.39	-402.57±77.94
		1	368.36±36.01	7640.84±514.90	-142.63±10.26	-331.29±52.60
		2	411.52±47.88	9470.88±257.28	-151.63±17.41	-310.22±50.43
		3	411.81±61.77	9297.30±117.13	-144.29±28.72	-301.35±55.15
14.	SUBU ¹	0	364.64±60.11	8281.42±287.66	-137.04±35.12	-303.64±56.89
		1	412.50±37.29	8237.56±94.92	-126.20±36.64	-277.08±36.10
		2	464.88±18.93	8196.40±88.40	-123.58±41.65	-243.30±31.88
		3	529.89±20.42	11321.02±166.45	-114.87±50.45	-241.76±45.20
	SABU ²	0	414.62±101.11	8505.79±568.49	-156.97±7.15	-300.80±102.12
		1	444.43±95.61	7315.44±105.55	-130.13±41.86	-287.00±42.40
		2	527.71±165.40	10492.32±634.59	-128.42±42.43	-250.05±58.41
		3	535.22±164.87	11214.39±114.94	-107.67±28.79	-243.73±39.96
21.	SUBU ¹	0	316.41±80.18	8300.96±193.92	-160.44±8.10	-378.52±7.87
		1	332.17±95.43	8738.30±303.82	-136.10±17.38	-362.99±8.90
		2	335.98±50.56	9583.00±250.69	-116.63±32.63	-259.04±57.45
		3	476.95±41.51	11309.84±56.82	-104.05±25.07	-241.64±45.78
	SABU ²	0	326.64±15.14	7567.92±429.73	-162.87±18.68	-337.16±11.09
		1	432.39±96.62	8180.09±119.30	-148.87±19.52	-300.54±84.99
		2	457.99±60.52	9585.16±38.41	-168.52±12.86	-178.66±6.53
		3	524.82±137.75	10952.18±417.80	-126.55±14.49	-145.93±15.13
28.	SUBU ¹	0	261.77±11.78	7460.90±159.95	-153.20±7.88	-339.05±66.55
		1	301.46±29.24	8162.21±73.38	-148.66±10.40	-281.39±35.39
		2	338.41±31.30	8660.28±330.79	-142.42±21.83	-269.73±35.27
		3	425.96±75.98	11035.64±9.63	-115.16±2.98	-235.70±9.58
	SABU ²	0	287.14±20.53	7842.86±109.80	-158.88±16.24	-394.46±19.17
		1	339.22±69.38	7955.18±187.24	-150.00±20.53	-362.67±50.75
		2	383.24±60.25	9679.44±128.16	-144.82±27.52	-335.57±69.64
		3	446.10±7.53	10012.14±84.85	-124.20±40.82	-218.31±30.88

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

Çizelge 4.25. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin tekstür profil analiz sonuçlarına ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	Sertlik		Kıvam		Yapışkanlık		Viskozite indeksi	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Katkı Çeşidi (A)	1	51790.779	3.73ns	4353940.028	27.072**	1443432.406	1.140 ns	242.852	0.042 ns
Katkı Oranı (B)	3	80496.437	5.799*	41370000	257.243**	6321.945	3.870*	58129.917	9.948**
AxB	3	5189.049	0.374ns	1878641.457	11.681**	133.704	0.082 ns	719.381	0.123 ns
Hata1	8	13881.110		160826.623		1633.698		5843.207	
Depolama Periyodu (C)	1	7318.283	1.151ns	28530000	464.484**	3453.943	17.081**	1394.377	0.999 ns
CxA	1	2414.271	0.380ns	8390256.120	136.610**	77.229	0.382 ns	142.331	0.102 ns
CxB	3	686.998	0.108ns	374701.733	6.101*	187.136	0.925 ns	1219.625	0.874 ns
CxAxB	3	1598.201	0.251ns	169084.379	2.753ns	11.226	0.056 ns	2045.516	1.466 ns
Hata2	8	6360.864		61417.457		202.208		1395.315	

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³* p<0.05 seviyesinde önemli, ** p<0.01 seviyesinde önemli, ns önemsiz

Çizelge 4.26. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin tekstür profil analiz sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	n	Sertlik (g)	Kıvam (g.sn)	Yapışkanlık (g)	Viskozite indeksi (g.sn)
Katkı Çeşidi					
SUBU ²	40	356.7± 98.2	8339± 1784b	-129.50±26.37	-290.6±66.4
SABU ³	40	407.6± 91.3	8806± 1427a	-139.15±27.75	-287.1±79.0
Katkı Oranı (%)					
0	20	315.4±73.1b	7385±1038c	-154.46±13.25b	-347.2±67.9b
1	20	355.4±81.7b	7484±1003c	-138.06±19.25ab	-313.7±49.3b
2	20	393.5±91.1ab	8997±1047b	-133.44±27.46ab	-272.1±57.7ab
3	20	464.4±81.3a	10425±1110a	-111.34±28.43a	-222.4±47.9a
Depolama Periyodu (gün)					
1	16	327.8±98.7	7217±1785d	-117.54±28.83a	-259.7±57.1
7	16	373.0±69.5	8323±1448c	-143.30±20.66b	-335.9±75.0
14	16	461.7±95.7	9196±1526a	-128.11±30.94ab	-268.4±48.2
21	16	400.4±98.6	9277±1305a	-140.50±26.95b	-275.6±87.1
28	16	347.9±71.9	8851±1221b	-142.17±21.44b	-304.6±68.7

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir ²SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

Zhang ve ark. (2014) yapmış oldukları bir çalışmada, geleneksel Çin fermente süt ürününden izole ettikleri laktik asit bakteri suşlarını %12 süt yağsız kurumadde içeren rekonstitüe süte %3 inoküle edilerek ürettikleri fermente süt ürünlerinin tekstür parametreleri incelenmiştir. Yoğurtların sertlik değerlerinin 112.9 g ila 169.2 g, kıvam değerlerinin 1875.4 g.sn ila 3175.6 g.sn, yapışkanlık değerlerinin -129.3 g ila -64.5 g ve viskozite indeksi değerlerinin ise -231.1 g.sn ila -90 g.sn arasında değiştiği ifade edilmiştir.

Guggisberg ve ark. (2009) yapmış oldukları bir çalışmada, düşük yağlı set tipi yoğurdun sertliğinin, akma geriliminin ve kremisi özelliğinin inulin ve yağ içeriğindeki artışla birlikte arttığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte, dikkate alınan en yüksek inulin seviyesinin (%4) tam yağlı yoğurdun özelliklerini yansıtmadığı belirtilmiştir. Buna karşın, Paseephol ve ark. (2008), yağsız yoğurtta %4 inülin ilavesinin, akma gerilimini ve jel sertliğini tam yağlı yoğurttakine benzer şekilde azalttığını bildirmiştir.

4.3.15.2. Kıvam

Kıvam örneğın koyuluğunu belirtirken, viskozite indeksi ise geri ekstrüzyon sırasında örneğın diskten akma direncini ölçen parametrelerdir (Sanchez ve Perez, 2012).

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin tekstür profiline ait kıvam değerleri Çizelge 4.24'de verilmiştir. SUBU ve SABU katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin kıvam değerleri ortalama 5170.64 g.sn ile 11321.02 g.sn aralığında değişim göstermektedir.

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun kıvam değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, katkı çeşidinin, katkı oranının ve depolama periyodunun kıvam değerleri üzerine etkili ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde diğer katkı çeşidine göre kıvam değerleri daha yüksek olarak belirlenmiştir. Bu durum SABU örneklerinin (%55.14) SUBU örneklerine (%36.78) göre daha yüksek oranda nişasta miktarına sahip olması ile açıklanabilir (Çizelge 4.2).

Artan katkılama oranına bağlı olarak kıvam değerlerinde bir artış gözlemlenirken, en yüksek kıvam değeri %3 oranında zenginleştirilen yoğurt örneklerinde belirlenmiştir.

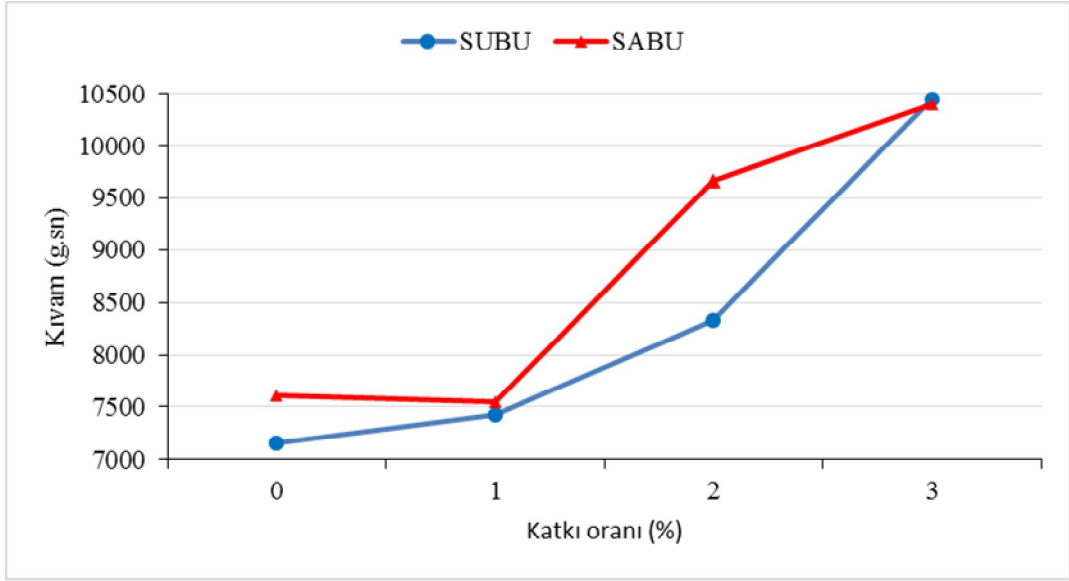
SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama periyodunun 1. gününde en düşük kıvam değeri tespit edilmiştir. Kazein misellerindeki sıkılaşmaya ve zenginleştirmede kullanılan SUBU ve SABU katkılarındaki polisakkarit ve lifin su tutmasına bağlı olarak ilerleyen depolama periyodunda 14. güne kadar jel yapısı sağlamlaşmış ve kıvam artış göstermiştir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerinin kıvam değerleri arasındaki fark depolama periyodunun 14. ve 21.günlerinde istatistiki olarak fark bulunmazken, en yüksek değeri bu iki haftada sergilemişlerdir. Ayrıca 28. haftada kıvam değerlerinde istatistiki olarak önemli düzeyde ($p < 0.01$) bir miktar azalma gözlenmiştir.

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin kıvam değerleri üzerine etkili 'Katkı çeşidix Katkı oranı' interaksyonu Şekil 4.7'de verilmiştir. SUBU ve SABU katkılarının %3 oranında ilavesi yoğurt örneklerinin kıvam değerlerinde en yüksek sonuçları veririrken, %3 katkılama oranında katkı çeşidinin kıvam değerleri üzerine etkisinin istatistiki olarak önemsiz olduğu söylenebilir.

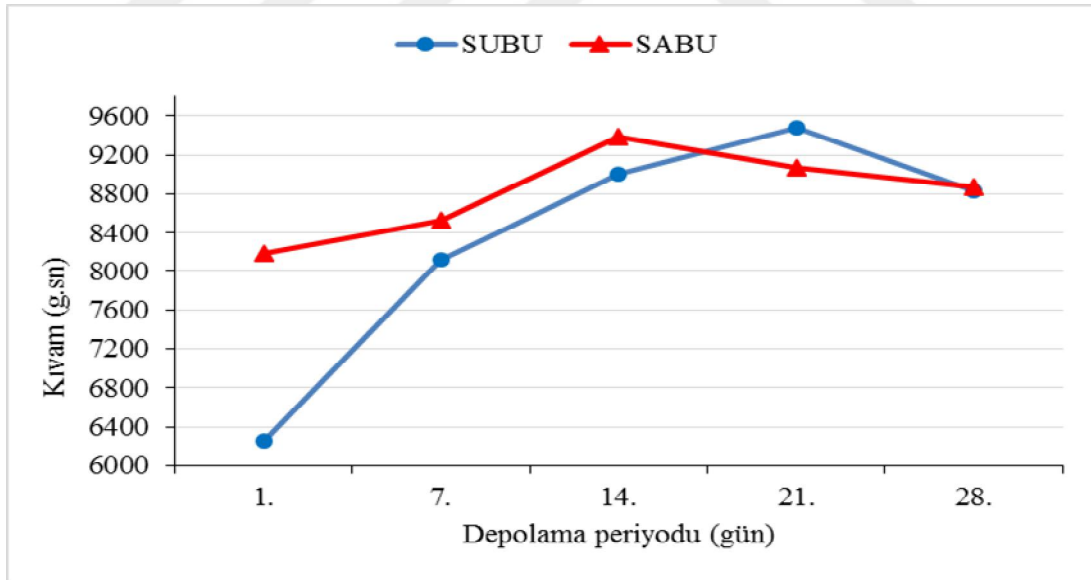
SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin kıvam değerleri üzerine etkili 'Katkı çeşidi x Depolama periyodu' interaksyonu Şekil 4.8'de verilmiştir. SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde kıvam değerlerinin SUBU ile zenginleştirilen yoğurtlardan daha fazla olduğu ve her iki katkı ile zenginleştirilen örneklerde depolamanın 14. gününe kadar kıvamın arttığı, daha sonraki depolama periyodu süresince azaldığı belirlenmiştir. Depolama süresince bu değer beklediği gibi, artan sıkılaşma nedeniyle artış göstermesiyle açıklanabilir. Ancak depolama periyodunun 21. gününden sonra artan asitlikle kıvam değerlerini olumsuz etkileyerek azaltmış olabilir.

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin kıvam değerleri üzerine etkili 'Katkı oranı x Depolama periyodu' interaksyonu Şekil 4.9'da verilmiştir. Depolama periyodunun 14. ve 21. gününde %3 oranında zenginleştirilen yoğurt örneklerinde en yüksek kıvam değerleri saptanmıştır. En düşük kıvam değerleri ise depolamanın ilk günü kontrol ve %1 oranında zenginleştirilen yoğurt örneklerinde belirlenmiştir.

Srisuvor ve ark. (2013), yapmış oldukları bir çalışmada %1, 2 ve 3 oranında inülin ve polidekstroz ilave edilen düşük yağlı set tipi yoğurtların sertlik ve kıvam değerlerini önemli derecede ($p \leq 0.05$) artırdığını belirtmişlerdir.



Şekil 4.7. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin kıvam değerleri üzerine etkili 'Katkı çeşidi x Katkı oranı' interaksyonu (¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un)



Şekil 4.8. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin kıvam değerleri üzerine etkili 'Katkı çeşidi x Depolama periyodu' interaksyonu (¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un)

4.3.15.3. Yapışkanlık

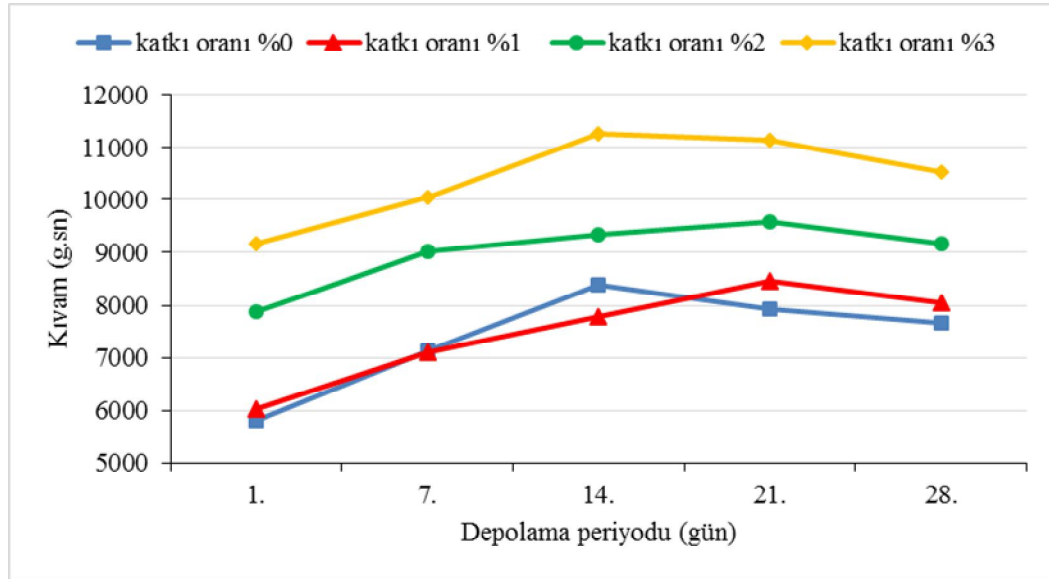
Yapışkanlık ürünün yapısını oluşturan iç bağların kuvvetini belirleyen bir parametredir (Szczeniak, 1963). Aynı zamanda materyali parçalamadan önce deforme edebilecek büyüklük olarak da tanımlanmaktadır (Kaur ve ark., 2009).

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin tekstür profiline ait yapışkanlık değerleri Çizelge 4.24’de verilmiştir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin yapışkanlık değerleri ortalama -168.52 g ile -77.71 g aralığında değişim göstermektedir.

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun yapışkanlık değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25’de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.26’da verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, katkı çeşidinin yapışkanlık değerleri üzerine etkisinin olmadığı, ancak katkı oranının etkisinin istatistiki olarak $p < 0.05$, depolama periyodunun etkisinin ise $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, kontrol yoğurtlarda en düşük yapışkanlık değerleri belirlenirken, %3 oranında katkı ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde en yüksek yapışkanlık tespit edilmiştir.



Şekil 4.9. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin kıvam değerleri üzerine etkili ‘Katkı oranı x Depolama periyodu’ interaksiyonu (¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un)

Depolama periyodunun yapışkanlığa etkisine bakıldığında 1. gününde en yüksek yapışkanlık değeri saptandığı, daha sonraki depolama periyodu sürecinde bu değerin azaldığı; ancak bu süreçte aralarındaki farkın istatistiki olarak önemsiz bulunduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlarla benzerlik gösteren Seçkin ve Baladura (2012) bir çalışmada, yoğurtlara diyet lifi ilavesinde lif çeşidinin yapışkanlık üzerine etkisinin önemli ($p < 0.05$) olduğunu, ancak depolama süresinin yapışkanlık değerleri üzerine etkisinin olmadığını ($p > 0.05$) rapor etmişlerdir.

Hashim ve ark. (2009), diyet lifi ve buğday kepeği ilaveli yoğurtlarda artan diyet lifi ilavesinin sertlik değerlerini artırdığını, yapışkanlık değerlerini azalttığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte, sertlik değerlerinin artmasını diyet lifinin yüksek su tutma kapasitesiyle ilişkilendirmişlerdir.

4.3.15.4. Viskozite indeksi

Viskozite indeksi geri ekstrüzyon sırasında örneğin akmaya karşı gösterdiği dirençtir (Najgebauer-Lejko ve ark., 2014). SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin tekstür profiline ait viskozite indeksi değerleri Çizelge 4.24'de verilmiştir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerinin viskozite indeksi değerleri ortalama -438.99 g.sn ile -145.93 g.sn aralığında değişim göstermektedir.

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun viskozite indeksi değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, katkı çeşidinin ve depolama periyodunun viskozite indeksi değerleri üzerine etkisinin olmadığı, katkı oranının etkisinin ise istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Yoğurda zenginleştirme için ilave edilen SUBU ve SABU katkıları suda çözünen diyet lifi FOS ve aynı zamanda nişasta içermektedir (Çizelge 4.2). Bu bağlamda %3 katkılama oranına sahip yoğurt örneklerinin viskozite indeksi değerlerinin diğer katkılama oranlarıyla zenginleştirilen yoğurt örneklerinininkinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.26).

Yoğurtların zenginleştirilmesinde genellikle su bağlama özelliğinden dolayı suda çözünen diyet lifleri kullanılmaktadır. En çok kullanım oranına sahip olanları ise inülin ve oligofruktozdur (Jenkins ve ark., 1981). Yoğurttaki diyet lifleri, bir stabilizatör gibi ürünün viskozitesini artırır, sinerezisi önler ve tekstürel özelliklerini geliştirip kremsi bir yapı kazandırır (Nilüfer ve Boyacıoğlu, 2003).

Hussein ve ark. (2011), yoğurt kıvamını geliştirmek için farklı oranlarda 6 farklı bitki polisakkariti ekstraktını yoğurt üretiminde kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlarda; tropik bir bitki olan göleveze (taro) ekstarktı ilavesinin en yüksek viskozite değeri gösterdiği ve depolama boyunca arttığını belirtmişlerdir.

4.3.16. Aroma ve uçucu bileşen sonuçları ve tartışma

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin aroma ve uçucu bileşen içeriği sonuçları Çizelge 4.27, 4.28, 4.29'da verilmiştir. Yoğurdun karakteristik aroma maddesi olan asetaldehit miktarı kontrol yoğurtlarda 1. gün ortalama 14.87 ± 1.02 ppm, 14. gün ortalama 12.18 ± 0.62 ppm ve 28.gün ortalama 7.54 ± 0.10 ppm olarak belirlenmiştir. Depolama periyodu ilerledikçe SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde asetaldehit miktarında azalma saptanmıştır.

Asetaldehit miktarının SUBU ile zenginleştirilen yoğurtlarda, SABU ilave edilen yoğurtlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum SUBU örneklerinin starter kültür aktivitesini daha fazla desteklemesi ile açıklanabilir.

SUBU ve SABU katkılarının ilave edilme oranı arttıkça asetaldehit miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Yoğurdu zenginleştirmek için kullanılan katkı oranları arttıkça yoğurtta hissedilir derecede tahılsız tat ve aroma meydana gelmekte ve meydana gelen esterler gibi bileşikler yoğurdun karakteristik aromasını maskeleyebilmektedir.

Ayrıca asetaldehit miktarı kontrol ve diğer zenginleştirilen yoğurt örneklerinde depolama periyoduna bağlı olarak ilerleyen depolama sürecinde azalma göstermiştir. Bu sonuç farklı katkılarla zenginleştirilen veya sade yoğurt örneklerinde yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Mehanna ve Gonc, 1988 ; Akın, 1994; Hassan ve ark., 2001 ; Güler ve ark., 2009; Hussein ve ark., 2011).

Depolama periyodu boyunca asetaldehit miktarında meydana gelen azalmanın asetaldehitin etil alkole indirgenmesiyle gerçekleştiği belirtilebilir (Tamime ve Deeth, 1980).

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurtlarda depolama periyoduna bağlı asetaldehit miktarındaki azalmaya uyumlu olarak kontrol ve diğer zenginleştirilen yoğurt örneklerinde etil alkol miktarında artış gözlemlendiği belirlenmiştir. Ayrıca etil alkol içeriğinin kontrol yoğurtlara göre zenginleştirilen yoğurt örneklerinde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.28). Bu durum yoğurda SUBU ve SABU katkılarıyla starter kültür aktivitesinin desteklenmesiyle açıklanabilir.

Aroma analizi yapılan zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinde ortalama $12.42 \pm 0.42 - 30.38 \pm 0.72$ ppm aralığında değişen miktarlarda izobütül 2-metilvalerat olmak üzere bir tane ester belirlenmiştir. Kontrol yoğurtlarda tespit edilemeyen bu ester son üründe tahılsız tada neden olduğu ifade edilebilir. Benzer şekilde Terpou ve ark. (2017a), buğday kepeği ilave ettiği yoğurtlarda yüksek miktarda beş farklı ester belirlemiş ve bu esterlerin yoğurtlara tahıl tadı kazandırdığını ifade etmişlerdir. Esterlerin kendine has bir kokusu vardır ve genellikle meyve kokuları esterlerden kaynaklanmaktadır. Ayrıca üründe bulunan esterler, fenolik bileşenler ve kısa zincirli yağ asitlerinden kaynaklanan istenmeyen kokuların etkilerini azaltan önemli bileşenlerdir (Curioni ve Bosset, 2002).

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde tat ve aromaya katkısı olan uçucu asitlerden; bütirik asit (bütanoik asit) miktarlarının ortalama $9.95 \pm 0.49 - 24.23 \pm 0.56$ ppm; oktanoik asit (kaprilik asit) miktarlarının ortalama $20.18 \pm 0.47 - 68.76 \pm 6.02$ ppm; asetik asit miktarlarının ortalama $15.53 \pm 6.3 - 34.96 \pm 6.46$ ppm ve heksanoik asit (kaprik asit) miktarlarının ortalama $23.53 \pm 1.17 - 79.25 \pm 8.62$ ppm aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Kısa zincirli bu yağ asitlerinin depolama boyunca artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum; depolama periyodu boyunca *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*' un yüksek metabolik aktivite göstermesinin bu bileşenlerin miktarlarının artmasına neden olabileceği ile açıklanabilir.

Terpou ve ark. (2017a)'ın yapmış olduğu çalışmada buğday kepeğiyle zenginleştirilen probiyotik yoğurtlarda depolama periyodu ilerledikçe kısa zincirli yağ asitlerinin miktarlarının arttığına dair benzer sonuçlar bildirilmiştir.

Genel olarak yoğurt örneklerindeki bütirik asit miktarlarının katkılama oranına ve depolama periyoduna bağlı olarak artış gösterdiği belirlenmiştir. Ancak yapılan bazı araştırmalarda; prebiyotik ve lif ilave edilen yoğurtlarda zenginleştirilmenin bütirik asit üretimini etkilemediği belirtilmiştir (Fernández-García ve ark., 1998; Donkor ve ark., 2007). Fermente süt ürünlerinde süte göre daha fazla miktarda bulunan serbest bütirik asit; ransit tada ve aynı zamanda peynir tadı ve aromasına neden olmaktadır (Terpou ve ark., 2017b).

Yoğurt örneklerinin asetik asit miktarlarına baktığımızda katkı çeşidi, katkılama oranı ve depolama periyoduna bağlı olarak düzenli artış veya azalışlar sergilemediğini belirtebiliriz.

Çizelge 4.27. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin aroma ve uçucu bileşen analiz sonuçlarının ortalaması ve standart sapması (n=2)

Karboksilik asitler (ppm)	Depolama periyodu (gün)	Kontrol yoğurt	Yoğurt örneklerini SUBU ¹ ile zenginleştirme oranları (%)			Yoğurt örneklerini SABU ² ile zenginleştirme oranları (%)		
			1	2	3	1	2	3
Bütirik asit (bütanoik asit)	1.	17.48±1.82	TE	15.59±1.38	21.19±1.29	9.95±0.49	12.45±1.30	TE
	14.	20.76±0.96	11.79±2.00	17.60±0.44	TE	TE	16.98±1.91	24.23±0.56
	28	TE	18.17±0.94	19.92±1.13	TE	19.59±1.53	19.23±1.21	TE
Oktanoik asit (kaprilik asit)	1.	49.82±3.94	39.89±5.62	TE	43.33±4.56	TE	20.18±0.47	TE
	14.	46.11±5.11	38.56±3.09	TE	56.30±2.17	46.98±4.47	43.35±6.12	47.17±3.74
	28.	56.66±7.97	53.37±5.96	52.49±6.83	68.76±6.02	54.26±2.90	51.72±5.84	48.78±1.95
Asetik asit	1.	28.85±9.35	25.31±3.80	23.59±1.80	28.62±5.73	16.48±3.78	15.53±6.33	18.95±3.93
	14.	24.95±0.62	19.89±0.38	33.86±1.80	32.58±8.19	25.09±6.26	28.67±7.06	34.96±6.46
	28.	27.75±3.30	40.58±9.53	29.28±3.66	31.76±6.10	28.54±0.14	27.70±5.31	22.57±1.87
Heksanoik asit (kaprik asit)	1.	TE	TE	23.53±1.17	31.26±2.77	25.60±0.23	64.03±1.66	56.38±8.45
	14.	45.19±1.82	53.59±3.00	TE	57.02±2.81	52.25±1.11	59.02±6.68	79.25±8.62
	28.	55.00±2.83	56.91±1.62	47.22±3.93	TE	67.32±3.39	64.65±3.98	56.32±3.17
Esterler (ppm)								
İzobütil 2-metilvalerat	1.	TE	TE	TE	TE	TE	13.63±0.51	20.31±0.55
	14.	TE	22.24±0.66	TE	12.42±0.42	14.89±0.77	20.96±0.42	TE
	28.	TE	17.78±0.63	TE	TE	TE	30.38±0.72	TE

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un TE: Tespit edilemedi

Çizelge 4.28. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin aroma ve uçucu bileşen analiz sonuçlarının ortalaması ve standart sapması (n=2)

	Depolama periyodu (gün)	Kontrol yoğurt	Yoğurt örneklerini SUBU ¹ ile zenginleştirme oranları (%)			Yoğurt örneklerini SABU ² ile zenginleştirme oranları (%)		
			1	2	3	1	2	3
Aldehitler (ppm)								
	1.	14.87±1.02	10.35±0.84	9.66±0.78	6.28±1.14	5.27±0.71	2.81±1.20	1.27±0.11
Asetaldehit	14.	12.18±0.62	7.66±1.15	7.53±0.42	4.36±0.83	4.10±0.54	2.88±0.97	2.75±0.19
	28.	7.54±0.101	5.78±0.28	4.76±0.48	4.37±0.49	3.82±0.41	1.71±0.78	1.44±0.16
Alkoller (ppm)								
	1.	2.12±0.19	3.76±0.62	5.56±0.35	2.58±0.69	4.33±0.31	6.10±0.79	1.64±0.31
Etil alkol	14.	3.73±0.59	4.11±1.08	6.42±0.65	2.24±0.52	2.94±0.79	7.46±1.03	7.77±0.63
	28.	5.38±0.85	6.26±1.06	5.81±1.29	3.55±0.46	3.27±0.39	8.03±0.77	8.77±0.41
	1.	TE	TE	TE	6.97±0.60	TE	TE	TE
1,2-Butanediol	14.	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE
	28.	4.95±0.26	TE	TE	3.96±0.43	3.45±0.56	2.95±0.23	
	1.	TE	15.62±0.67	3.80±0.37	TE	TE	TE	TE
Furfuril alkol	14.	TE	TE	8.06±0.63	3.70±0.45	TE	TE	8.67±0.47
	28.	7.01±0.98	7.88±0.95	9.86±0.57	TE	TE	TE	12.68±0.96
Hidrokarbonlar (ppm)								
	1.	4.65±0.27	TE	TE	2.53±0.29	TE	TE	TE
Stiren	14.	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE
	28.	23.31±1.03	TE	TE	26.36±0.43	TE	TE	TE

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un TE: Tespit edilemedi

Çizelge 4.29. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin aroma ve uçucu bileşen analiz sonuçlarının ortalaması ve standart sapması (n=2)

Ketonlar (ppm)	Depolama periyodu (gün)	Kontrol yoğurt	Yoğurt örneklerini SUBU ¹ ile zenginleştirme oranları (%)			Yoğurt örneklerini SABU ² ile zenginleştirme oranları (%)		
			1	2	3	1	2	3
2-Butanon, 3-hidroksi (Asetoin)	1.	12.43±1.28	10.86±0.88	TE	12.14±1.43	TE	4.43±0.36	3.67±0.35
	14.	7.61±0.70	4.03±1.17	6.79±0.52	9.16±0.89	10.38±1.22	8.68±0.45	8.87±3.02
	28.	8.35±2.04	10.94±2.78	7.80±0.21	9.77±0.46	11.71±1.27	6.78±1.06	TE
2-nonenon	1.	6.63±1.17	TE	6.14±0.36	8.20±1.24	TE	8.10±0.61	TE
	14.	5.92±1.22	TE	5.81±2.06	5.61±1.03	TE	7.27±0.59	TE
	28.	5.53±0.24	7.57±0.89	9.35±1.06	8.39±0.67	7.74±0.66	14.78±0.95	25.86±0.90
4-oktanon	1.	5.60±0.18	5.57±0.21	4.72±0.92	5.19±0.41	5.43±0.19	5.01±1.10	5.22±0.30
	14.	5.89±0.78	6.12±0.60	4.83±0.57	4.96±0.28	5.11±0.12	4.94±1.42	5.90±0.44
	28.	5.77±0.17	5.69±0.32	5.96±0.00	4.89±0.21	5.58±0.33	4.99±0.87	5.14±0.19
3-methyl-2-butanone	1.	TE	TE	TE	3.63±0.17	TE	TE	
	14.	TE	TE	TE	3.54±0.35	TE	TE	3.38±0.34
	28.	TE	2.04±0.47	TE	4.71±0.24	TE	TE	
2,3-pentanedion (asetilpropionil)	1.	3.51±0.35	11.08±0.11	13.41±0.48	25.45±1.42	3.21±0.85	20.04±2.70	24.96±2.23
	14.	3.38±0.17	9.77±0.98	22.51±1.06	33.49±0.57	6.67±0.34	27.22±3.51	37.40±2.75
	28.	4.37±0.30	11.00±1.17	15.16±1.43	23.04±0.43	15.00±0.85	17.61±1.83	23.95±1.72
2-dodekanon	1.	2.39±0.19	TE	TE	TE	TE	TE	6.30±0.71
	14.	4.54±0.66	TE	6.80±0.27	TE	TE	TE	TE
	28.	6.79±0.29	TE	TE	10.10±1.24	TE	TE	TE

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un TE: Tespit edilemedi

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde; yoğurt sütüne uygulanan ısı işlem sonucu laktozdan oluşan aroma bileşiklerinden furfuril alkol (Özer, 2006) düzeyleri ortalama 3.70 ± 0.45 ppm ile 15.62 ± 0.67 ppm aralığında değişim göstermektedir. Takip edilen depolama periyotlarında örneklerin furfuril alkol içeriklerinde düzenli artış ve azalışlar tespit edilememiş olsa da, %2 oranında SUBU ile zenginleştirilen yoğurtların furfuril alkol içeriklerinin depolama periyodu ilerledikçe arttığı gözlenmiştir. Bu durum yoğurt bakterilerinin depolama boyunca devam eden aktiviteleri ile açıklanabilir.

Ayrıca yoğurt örneklerinde belirlenen ketonlardan; 2-butanon, 3-hidroksi (asetoin) miktarlarının ortalama 3.67 ± 0.35 - 12.43 ± 1.28 ppm; 2-nonenon miktarlarının ortalama 5.53 ± 0.24 - 25.86 ± 0.90 ppm; 4-oktanon miktarlarının ortalama 4.72 ± 0.92 - 6.12 ± 0.60 ; 3-methyl-2-butanone miktarlarının ortalama 2.04 ± 0.47 - 4.71 ± 0.24 ppm; 2,3-pentanedion miktarlarının ortalama 3.21 ± 0.85 - 37.40 ± 2.75 ppm; 2-dodekanon miktarlarının ortalama 2.39 ± 0.19 - 10.10 ± 1.24 ppm aralığında değiştiği belirlenmiştir. Belirlenen ketonların yoğurt sütüne uygulanan ısı işleminden kaynaklandığı söylenebilir. Çünkü, ketonlar yoğurt sütünün ısılmasıyla termal parçalanma sonucu yağlardan oluşan aroma bileşenleridir (Kaminarides ve ark., 2007).

Yoğurdun tat ve aromasına katkıda bulunan diasetil ve 2-butanona hiçbir yoğurt örneğinde rastlanmamıştır. Benzer sonuçlar bulunan literatürler mevcuttur. Yoğurt örneklerinde diasetil ve 2-butanon bulunması kullanılan starter kültürlerin bu bileşikleri oluşturma kapasitesine bağlı olarak değişmektedir (Xanthopoulos ve ark., 2001; Güler ve ark., 2009).

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde aromatik hidrokarbonlardan stiren tespit edilmiştir. Stiren bitkilerde bulunması ile beraber meyveler sebzeler fındık içecekler süt ve süt ürünlerinde de bulunmaktadır. Stiren rensizdir, kolaylıkla uçabilmektedir ve tatlı bir tadı vardır.

Literatürde yapılan çalışmalarda genel olarak, asetaldehit ve diasetil gibi karbonil bileşiklerinin miktarı depolamanın 7. güne kadar yükselirken; daha sonraki günlerinde azalma göstermektedir. Bu durum; depolama süresi boyunca starter kültürlerinin ilerleyen metabolik aktiviteleri ile ilişkilendirilebilir. Depolama döneminin sonuna kadar yoğurttaki asetaldehit ve diasetil miktarında meydana gelen azalma bu bileşenlerin örneklerden evaporasyonu ve/veya farklı maddeleri oluşturmak için mikrobiyal enzimler tarafından hidrolize edilmesinden kaynaklanıyor olabileceği ifade edilmiştir. Asetaldehit kolaylıkla asetata okside olabilmekte ve buna bağlı miktarı

azalmaktadır. Bu olay düşük pH değerlerinde gerçekleştiğinden, depolamanın ilerleyen safhalarında meydana gelen asetaldehit kaybına *S. thermophilus* kökenli alkol dehidrogenaz enzimi neden olmaktadır. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bu enzime sahip değildir (Beshkova ve ark., 1988; Georgala ve ark., 1995; Tamime ve Robinson, 2007).

Yoğurdun karakteristik tat ve aroması *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* tarafından sentezlenen laktik asit başta olmak üzere pürivik, oksalik ve süksinik asit gibi uçucu olmayan asitler ile asetaldehit, aseton, diasetil gibi karbonil bileşiklerinden kaynaklanmaktadır (Law, 1981; Tamime ve Robinson, 2007). Aynı zamanda formik, asetik, propyonik veya bütirik asit gibi uçucu yağ asitleri (Turcic ve ark., 1969; Dumont ve Adda, 1973) ve ısı işlem sırasında laktoz protein ve lipitlerden oluşan aldehidler, ketonlar, alkoller, laktonlar ve sülfür bileşenleri gibi bazı parçalanma ürünleri de yoğurdun tat ve aromasına katkıda bulunmaktadır (Tamime ve Deeth, 1980). Yoğurta karbonhidratlar, alkoller, aldehitler, ketonlar, asitler, esterler gibi doksandan daha fazla farklı aroma bileşeni sınıflandırılmıştır (Ott ve ark., 1997).

Bottazzi ve ark. (1973), optimum yoğurt aroma ve lezzeti için asetaldehit miktarının 23-41 ppm arasında olması gerektiğini belirtirken, Badings ve Neeter (1980) ise yüksek kalitede bir yoğurdun yoğurt aroması için 13-16 ppm asetaldehit içermesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Akın (1994), koyun ve inek sütünden yapılmış pıhtısı kırılmış ve pıhtısı kırılmamış tip süzme yoğurtların aroma bileşenlerini belirlemiştir. Asetaldehit miktarının süt türüne bağlı olarak önemli derecede farklı çıktığını ve yoğurt örneklerinde asetaldehit miktarlarının 9.64 ppm ile 22.57 ppm aralığında değişen miktarlarda olduğunu belirtmiştir. Ayrıca depolama periyoduna bağlı olarak yoğurt örneklerinde asetaldehit miktarının azaldığı gözlemlenmiştir.

Donkor ve ark. (2007), prebiyotik olarak yüksek amilozlu mısır nişastası ve inulin ilave ettikleri prebiyotik yoğurtların organik asit düzeylerini belirlemiştir. kontrol yoğurtlara göre prebiyotik ilave edilen yoğurtlarda bakteri stimülasyonuna bağlı olarak laktik ve asetik asit düzeylerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Terpou ve ark. (2017b), yapmış oldukları çalışmada probiyotik biyokatalist ile desteklenmiş buğday kepeği kullanılarak üretilen fermente süt ürünlerinde uçucu aroma bileşiklerini tanımlamışlardır. Etil butanoat, etil heksanoat, etil oktanoat ve etil dekanat gibi esterlerin tüm ürünlerde tanımlanan önemli esterler olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca örneklerde stiren tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

4.3.17. Toplam fruktan (FOS) sonuçları ve tartışma

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin toplam fruktan miktarı sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerinin toplam fruktan miktarları ortalama $0-0.1044 \pm 0.0058$ g/100g aralığında değişim göstermektedir. SUBU ve SABU katkılarının toplam fruktan içerikleri sırasıyla ortalama 4.37 ± 0.13 g/100g ve 3.76 ± 0.19 g/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Hammaddeki fruktan içeriğindeki bu farklılık zenginleştirilmiş yoğurt örneklerine de yansımış ve SABU ile katkılanan yoğurtlarda toplam fruktan miktarları SUBU ile zenginleştirilen yoğurtlara göre daha yüksek olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.32).

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun toplam fruktan miktarı değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.32'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, katkı çeşidinin, katkı oranının, depolama periyodunun fruktan içerikleri üzerine etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir.

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, katkı çeşidi, katkı oranı ve depolama periyodu gibi faktörlerin toplam fruktan miktarı değerleri arasındaki farkın önemli ($p < 0.01$) olduğu görülmektedir.

SUBU ve SABU katkılarıyla zenginleştirilen yoğurt örneklerinde kontrol yoğurtlarda fruktan içeriği ortalama 0.0014 ± 0.0015 g/100g; %1 oranında zenginleştirilenlerde ortalama 0.0212 ± 0.0176 g/100g; %2 oranında zenginleştirilenlerde ortalama 0.0379 ± 0.0207 g/100g; %3 oranında zenginleştirilenlerde ortalama 0.0521 ± 0.0310 g/100g olarak tespit edilmiştir. Yoğurt örneklerine ilave edilen SUBU ve SABU katkı oranı arttıkça örneklerin toplam fruktan içeriğinin arttığı belirlenmiştir. En yüksek fruktan içeriğine %3 katkı oranında rastlanmaktadır.

Depolama periyodunun 1., 14. ve 28. günlerinde ise zenginleştirilen yoğurt örneklerinin fruktan içerikleri sırasıyla ortalama 0.0475 ± 0.0343 g/100g, 0.0265 ± 0.0193 g/100g ve 0.0104 ± 0.0104 g/100g olarak tespit edilmiştir. Depolama periyodu boyunca fruktan içeriğindeki azalma yoğurt starter kültürlerinin prebiyotik olarak fruktanları kullanmış olabileceğiyle açıklanabilir.

Çizelge 4.30. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin fruktan analizi sonuçlarının ortalaması ve standart sapması (n=2)

Depolama Periyodu (gün)	Katkı Çeşidi	Katkı Oranı (%)	Fruktan (FOS) (g/100g)
1.	SUBU ¹	0	0.0039±0.0024
		1	0.0483±0.0088
		2	0.0708±0.0021
	SABU ²	3	0.1044±0.0058
		0	0.0022±0.0007
		1	0.0296±0.0075
14.	SUBU ¹	2	0.0480±0.0057
		3	0.0725±0.0089
		0	0.0010±0.0002
	SABU ²	1	0.0298±0.0068
		2	0.0455±0.0035
		3	0.0547±0.0061
28.	SUBU ¹	0	0.0011±0.0004
		1	0.0131±0.0012
		2	0.0316±0.0036
	SABU ²	3	0.0350±0.0014
		0	0.0000±0.0001
		1	0.0040±0.0053
28.	SUBU ¹	2	0.0189±0.0006
		3	0.0280±0.0013
		0	0.0001±0.0001
	SABU ²	1	0.0025±0.0033
		2	0.0125±0.0080
		3	0.0180±0.0032

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

Çizelge 4.31. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin fruktan miktarı sonuçlarına ait varyans analizi sonuçları³

VK	SD	KO	F
Katkı Çeşidi (A)	1	0.002	92.0703**
Katkı Oranı (B)	3	0.006	312.198**
AxB	3	0.000	11.309**
Hata1	8	0.00001825	
Depolama Periyodu (C)	1	0.011	705.618**
CxA	1	0.000	25.796**
CxB	3	0.001	85.545**
CxAxB	3	0.00003795	2.453ns
Hata2	8	0.00001547	

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³*p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli, ns önemsiz

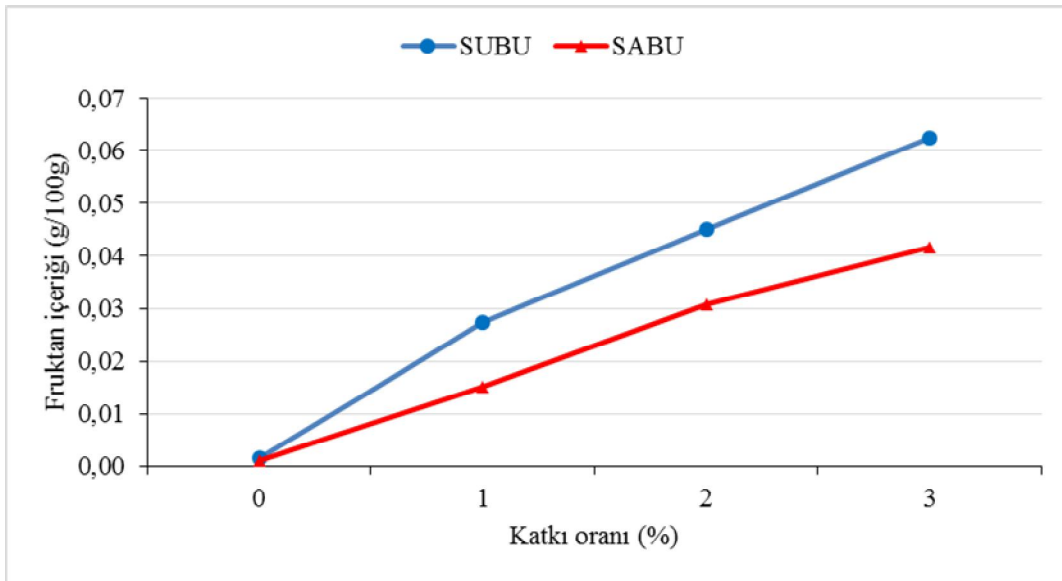
Çizelge 4.32. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin fruktan miktarı sonuçları ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	n	Fruktan (FOS) (g/100g)
Katkı Çeşidi		
SUBU ²	40	0.0341±0.0317a
SABU ³	40	0.0222±0.0220b
Katkı Oranı (%)		
0	20	0.0014±0.0015d
1	20	0.0212±0.0176c
2	20	0.0379±0.0207 b
3	20	0.0521±0.0310a
Depolama Periyodu (gün)		
1	16	0.0475±0.0343a
14	16	0.0265±0.0193b
28	16	0.0104±0.0104c

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ²SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

Yapılan bazı araştırmalarda FOS'un yoğurt bakterilerinin gelişimini desteklediğine dair sonuçlara rastlanmaktadır (Akalin ve ark., 2007).

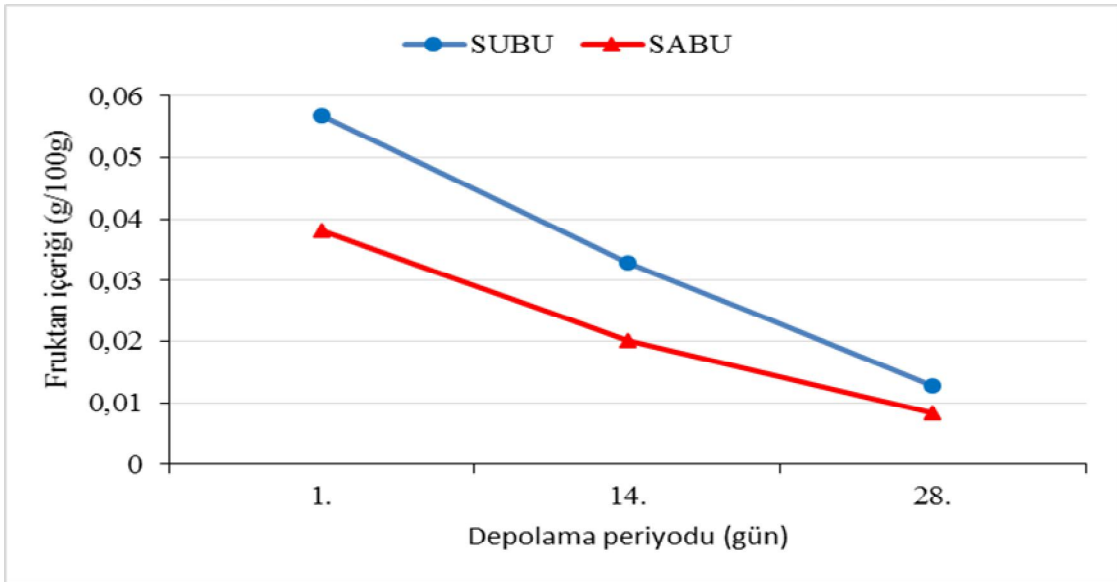
SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin toplam fruktan değerleri üzerine etkili 'Katkı çeşidi x Katkı oranı' interaksyonu Şekil 4.10'da verilmiştir. SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde toplam fruktan miktarı SUBU ilave edilen yoğurtlara göre daha düşük değerler tespit edilmiştir. En yüksek fruktan içeriği %3 oranında SUBU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde belirlenmiştir.



Şekil 4.10. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin toplam fruktan değerleri üzerine etkili 'Katkı çeşidi x Katkı oranı' interaksyonu (¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin toplam fruktan değerleri üzerine etkili ‘Katkı çeşidi x Depolama periyodu’ interaksyonu Şekil 4.11’de verilmiştir. SUBU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde depolama periyodunun 1. gününde en yüksek toplam fruktan içeriği ortalama 0.0568 ± 0.0393 g/100g olarak tespit edilmiştir. SUBU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde depolama periyodunun 14. günüyle SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde depolama periyodunun 1. günü arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz ($p > 0.05$) bulunurken, en düşük fruktan içeriği SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde 28. günde belirlenmiştir. Depolama periyodu ilerledikçe toplam fruktan içeriğindeki azalma arasındaki farklar istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin toplam fruktan değerleri üzerine etkili ‘Katkı oranı x Depolama periyodu’ interaksyonu Şekil 4.12’de verilmiştir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerindeki fruktan içeriğinin katkılama oranı arttıkça arttığı, buna karşın ilerleyen depolama periyoduna bağlı olarak azalma gösterdiği belirlenmiştir. Depolama periyodunun 1. gününde %3 katkı oranında en yüksek toplam fruktan içeriği değeri (0.089 ± 0.02 g/100g) belirlenmiştir.



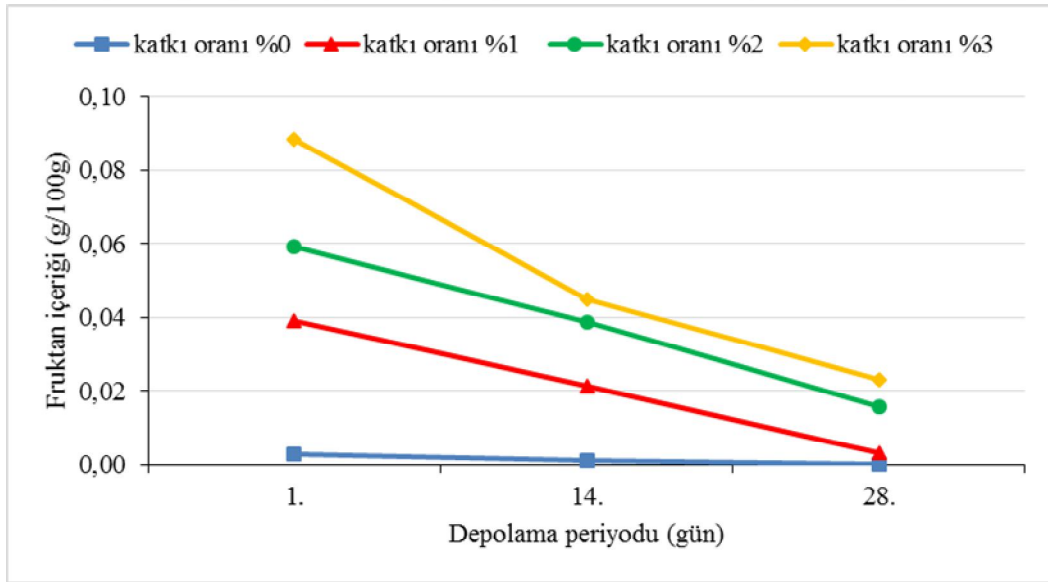
Şekil 4.11. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin toplam fruktan değerleri üzerine etkili ‘Katkı çeşidi x Depolama periyodu’ interaksyonu(¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un)

Buğday gelişimi sırasında olgunlaşma safhasına bağlı olarak tanedeki fruktooligosakkarit miktarının çiçeklenmeden 2-3 hafta sonra hızla azaldığı yapılan birçok araştırmada belirtilmiştir (D'Egidio ve ark., 1997; Ritsema ve Smeekensy, 2003).

Schnyder ve ark. (1988), çiçeklenmeden 7 gün sonra her tahıl tanesinde 0.3 mg'dan 1.2 mg'a yani maksimum seviyeye ulaştığını ve çiçeklenmeden 17 gün sonra ise hızla 0.5 mg'a kadar düştüğünü belirtmişlerdir.

Merendino ve ark. (2006), durum buğdayının olgunlaşma sırasında çiçeklenme sonrası 9. günden 45. güne kadar kimyasal içeriğindeki değişimleri incelemişlerdir. Durum buğdaylarında çiçeklenme sonrası 9. günde fruktan içeriğinin kurumadadaki oranının 32.3 ± 0.1 olduğunu belirtirken, bu değer olgunlaşmaya bağlı azalarak çiçeklenmenin 45. gününde kurumaddenin 1.7 'si düzeyine düştüğünü rapor etmişlerdir.

Oligofruktozların süt ürünlerinde kullanım miktarları $2-10$ (w/w) arasında değişmektedir. Oligofruktozlar şeker ve yağ ikamesi olarak, tatlandırıcılarla sinerji oluşturmak, yapı ve ağız hissiyatını geliştirmek, köpük stabilitesini iyileştirmek, lif ve prebiyotik fonksiyon katmak amacıyla süt ürünlerinde kullanılmaktadırlar (Franck, 2002).



Şekil 4.12. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin toplam fruktan değerleri üzerine etkili 'Katkı oranı x Depolama periyodu' interaksiyonu (¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un)

4.3.18. Renk sonuçları ve tartışma

4.3.18.1. Parlaklık (L^*)

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin rengine ait parlaklık değerleri Çizelge 4.33'de verilmiştir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin parlaklık değerleri ortalama 86.59 ± 2.50 ile 92.32 ± 0.01 aralığında değişmektedir.

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun parlaklık değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.34'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.35'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, katkı çeşidinin parlaklık değeri üzerine etkisinin olmadığı, ancak katkı oranının ve depolama periyodunun parlaklık değeri üzerine etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, SABU ve SUBU katkı çeşitlerinin yoğurt örneklerinin parlaklık değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır. SABU ve SUBU katkılarının yoğurt örneklerine katkılama oranı arttıkça parlaklık değerlerinin azaldığı görülmektedir. Kontrol yoğurtlarının en yüksek parlaklık değerine sahip oldukları, %3 oranında zenginleştirilen yoğurt örneklerinin ise en düşük parlaklık değerini gösterdikleri belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme puanlarına bakıldığında görünüş açısından en az beğeniyi %3 katkı oranı ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin alması, bu sonucu destekler nitelikte görülmektedir.

Depolama periyodunun SABU ve SUBU ile zenginleştirilen yoğurtların parlaklık değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.35).

L^* değeri gıdaların parlaklığı hakkında bilgi veren bir değerdir. Sütün opak beyaz rengi ışığı geçirmeyen kolloidal kalsiyum kazeinat ve ışığı yansıtan süt yağından kaynaklanmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalar tüketicilerin ilgisini en fazla süt ürünlerinde görsel özelliklerinin çektiğini belirtmişlerdir. Süt ürünlerinde beyazlığın tüketici tercihlerini pozitif yönde artırdığı bilinmektedir (Tuorila, 1987; Phillips ve ark., 1995).

Çizelge 4.33. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin renk analiz sonuçlarının ortalaması ve standart sapması (n=2)

Depolama Periyodu (gün)	Katkı Çeşidi	Katkı Oran (%)	L^*	a^*	b^*	Hue	Chroma
1.	SUBU ¹	0	91.94±0.01	-2.63±0.18	6.02±0.44	113.61±0.08	6.57±0.47
		1	90.59±0.18	-2.63±0.12	8.43±0.19	107.32±1.13	8.83±0.15
		2	89.66±0.16	-2.36±0.15	9.91±0.48	103.37±0.19	10.18±0.50
		3	88.58±0.29	-1.97±0.17	11.22±0.53	99.93±0.39	11.39±0.55
	SABU ²	0	92.32±0.01	-2.60±0.16	6.42±0.21	112.04±0.56	6.93±0.26
		1	91.09±0.27	-2.52±0.17	8.07±0.32	107.39±1.77	8.46±0.26
		2	89.60±0.09	-2.28±0.27	9.58±0.09	103.41±1.65	9.85±0.02
		3	88.78±0.40	-2.30±0.13	10.56±0.35	102.30±1.07	10.81±0.32
7.	SUBU ¹	0	91.45±0.95	-2.54±0.87	5.89±1.61	113.13±1.52	6.42±1.82
		1	90.01±0.24	-2.56±0.36	8.92±0.18	105.96±1.83	9.28±0.27
		2	88.76±0.29	-2.15±0.41	10.33±0.47	101.82±2.71	10.56±0.38
		3	88.36±0.21	-2.00±0.20	11.20±0.45	100.17±1.40	11.38±0.41
	SABU ²	0	91.81±0.26	-2.64±0.48	6.39±0.45	112.31±2.23	6.92±0.60
		1	90.77±0.13	-2.49±0.32	8.08±0.02	107.11±2.01	8.46±0.11
		2	89.07±0.34	-2.22±0.17	9.50±0.22	103.17±0.71	9.75±0.25
		3	88.18±0.13	-2.25±0.24	10.11±0.46	102.53±0.74	10.36±0.50
14.	SUBU ¹	0	90.86±1.00	-3.07±0.35	6.97±0.98	113.81±0.59	7.61±1.04
		1	89.48±0.88	-2.94±0.37	9.49±1.43	107.22±0.42	9.93±1.48
		2	88.50±1.00	-2.60±0.44	10.97±1.40	103.31±0.56	11.27±1.46
		3	87.51±1.06	-2.37±0.47	11.93±1.49	101.16±0.80	12.17±1.55
	SABU ²	0	91.30±1.13	-3.20±0.21	8.14±1.44	111.66±2.18	8.75±1.42
		1	90.16±1.34	-2.96±0.44	8.74±0.85	108.64±0.90	9.23±0.94
		2	88.69±1.26	-2.74±0.46	9.97±0.98	105.29±1.02	10.34±1.06
		3	87.53±1.28	-2.63±0.49	11.13±0.82	103.23±1.43	11.44±0.91
21.	SUBU ¹	0	90.75±0.91	-3.15±0.37	7.32±1.03	113.31±0.48	7.96±1.10
		1	89.16±1.17	-2.72±0.57	9.54±1.61	105.89±0.60	9.92±1.70
		2	87.93±1.38	-2.35±0.66	11.13±1.62	101.80±1.58	11.38±1.72
		3	87.08±1.27	-2.14±0.71	12.00±1.95	99.96±1.71	12.19±2.04
	SABU ²	0	91.03±0.81	-2.97±0.50	7.60±1.24	111.37±0.07	8.16±1.34
		1	89.84±1.33	-2.77±0.67	8.87±1.22	107.19±1.73	9.30±1.36
		2	88.47±1.09	-2.87±1.18	9.99±1.03	105.75±4.73	10.41±1.32
		3	87.62±1.32	-2.40±0.81	10.80±1.00	102.36±2.98	11.07±1.15
28.	SUBU ¹	0	90.74±1.55	-2.81±0.01	7.48±0.53	110.62±1.28	7.99±0.50
		1	88.79±1.91	-2.40±0.18	9.62±1.45	104.21±3.03	9.93±1.36
		2	87.51±1.61	-1.86±0.18	10.85±1.70	99.90±2.42	11.01±1.65
		3	86.59±2.50	-1.76±0.09	11.94±2.05	98.49±1.03	12.07±2.04
	SABU ²	0	90.82±1.34	-2.94±0.22	7.44±0.82	111.60±0.67	8.00±0.84
		1	89.62±1.29	-2.61±0.45	8.60±1.45	106.90±0.07	8.98±1.51
		2	88.33±1.45	-2.39±0.48	10.12±1.24	103.22±1.02	10.39±1.32
		3	87.26±1.86	-2.18±0.41	10.75±1.25	101.41±0.80	10.97±1.31

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

Çizelge 4.34. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin bazı renk analiz sonuçlarına ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	L*		a*		b*		Hue		Choroma	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Katkı Çeşidi (A)	1	3.235	0.861 ns	0.442	1.508 ns	5.292	1.678 ns	28.553	6.225*	4.477	1.345 ns
Katkı Oranı (B)	3	48.098	12.801**	1.687	5.761*	66.739	21.159**	484.203	105.565**	56.162	16.870**
AxB	3	0.193	0.051 ns	0.103	0.352 ns	2.187	0.694 ns	12.781	2.787	1.901	0.571 ns
Hata1	8	3.757		0.293		3.154		4.587		3.329	
Depolama Periyodu (C)	1	26.161	14.521**	0.085	0.449 ns	9.984	5.436*	15.121	32.155**	9.913	4.897 ns
CxA	1	0.319	0.177 ns	0.173	0.909 ns	0.521	0.284 ns	9.648	20.518**	0.365	0.180 ns
CxB	3	0.072	0.040 ns	0.108	0.567 ns	0.341	0.185 ns	0.217	0.461 ns	0.390	0.192 ns
CxAxB	3	0.144	0.080 ns	0.054	0.283 ns	0.000	0.000 ns	1.116	2.374 ns	0.003	0.002 ns
Hata2	8	1.802		0.190		1.837		0.470		2.024	

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³* p<0.05 seviyesinde önemli, ** p<0.01 seviyesinde önemli, ns önemsiz

Çizelge 4.35. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin bazı renk analiz sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	n	L*	a*	b*	Hue	Choroma
Katkı Çeşidi						
SUBU ²	40	89.21±1.70	-2.45±0.48	9.56±2.13	105.25±5.23b	9.90±2.01
SABU ³	40	89.61±1.66	-2.60±0.45	9.04±1.55	106.44±3.91a	9.43±1.49
Katkı Oranı (%)						
0	20	91.30 ±0.88a	-2.86 ± 0.38c	6.97 ± 1.02c	112.34±1.37a	7.53±1.07c
1	20	89.95± 1.04ab	-2.66 ± 0.34bc	8.84 ± 0.95bc	106.78±1.63b	9.23±0.97bc
2	20	88.65±0.99bc	-2.38 ± 0.48ab	10.23 ± 0.96ab	103.10±2.24c	10.52±0.99ab
3	20	87.75±1.15c	-2.20 ± 0.40a	11.17 ±1.07a	101.15±1.78c	11.39±1.08a
Depolama Periyodu (gün)						
1	16	90.32±1.36 a	-2.41±0.26	8.78 ± 1.84a	106.17±4.71ab	9.13±1.71
7	16	89.80±1.40a	-2.36±0.39	8.80 ± 1.90a	105.77±4.84b	9.14±1.79
14	16	89.25±1.62a	-2.81±0.40	9.67 ±1.84a	106.79±4.32a	10.09±1.74
21	16	88.98±1.65a	-2.67±0.62	9.66 ± 1.90a	105.95±4.78ab	10.05±1.83
28	16	88.71±1.99a	-2.37±0.46	9.60 ± 1.88a	104.54±4.79c	9.92±1.76

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir ²SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

Staffolo ve ark. (2004) yaptığı bir çalışmada, elma, buğday, bambu ve inulinin ticari lifleriyle zenginleştirilen yoğurtlarda depolama periyoduna bağlı renk parametrelerinde istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmadığı rapor edilmiştir. Bununla birlikte diğer yoğurtlardan farklı olarak elma lifi ile zenginleştirilen yoğurtlarda belirgin kahverengimsi bir renk ve daha düşük parlaklık (L^*) değeri belirlendiği vurgulanmıştır.

Garcia-Perez ve ark. (2005), portakal lifi ilavesinin yoğurdun parlaklık değerini 1-2 birim düşürdüğünü belirtmişlerdir. Gıdanın parlaklık değerinin yüzeyindeki serbest suyun miktarı ile alakalı olduğunu belirtmişlerdir. Lif ilavesinin parlaklığı azaltmasını lif tarafından suyun absorbe edilmesiyle ilişkili olabileceği ile açıklamışlardır.

4.3.18.2. Yeşillik (a^*)

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin rengine ait yeşillik (a^*) değerleri Çizelge 4.33'de verilmiştir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin yeşillik değerleri ortalama -3.20 ± 0.21 ile -1.76 ± 0.09 aralığında değişmektedir.

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun yeşillik değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.34'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.35'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, katkı çeşidinin ve depolama periyodunun yeşillik değeri üzerine etkisinin olmadığı, katkı oranının ise yeşillik değeri üzerine etkisinin istatistiki olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, katkı çeşidinin ve depolama periyodunun yoğurt örneklerinin yeşillik değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır. SABU ve SUBU katkılarının yoğurt örneklerine katkılama oranlarına bağlı olarak yeşillik değerlerinin arttığı saptanmıştır. %3 oranında zenginleştirilen yoğurt örneklerinin en yüksek yeşillik değerine sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4.35).

Seçkin ve Baladura (2012), elma, bambu ve buğday lifi ilaveli yoğurtlar arasında depolama periyodunun 21. gününde en düşük parlaklık değerinin elma lifi ile zenginleştirilen örneklerde tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Örneklerin yeşillik değerleri (a^*) -0.4 ile -8.9 aralığında değiştiğini elma ilave edilen örneklerde a^* değerlerinin diğerlerine göre daha düşük olduğunu, bambu lifi ilaveli yoğurtlarda ise en yüksek a^*

değerinin tespit edildiği belirtilmiştir. Örneklerin sarılık değerlerinin (b^*) 15.2-23.7 arasında değiştiğini ve en yüksek b^* değerine depolamanın birinci gününde %2 oranında elma lifi ilave edilen yoğurtlarda rastlandığı ifade edilmiştir.

4.3.18.3. Sarılık (b^*)

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin rengine ait sarılık (b^*) değerleri Çizelge 4.33'de verilmiştir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin sarılık değerleri ortalama 5.89 ± 1.61 ile 12.00 ± 1.95 aralığında değişmektedir.

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun sarılık değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.34'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.35'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, katkı çeşidinin sarılık değeri üzerine etkisinin olmadığı, katkı oranının etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$, depolama periyodunun etkisinin ise $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, katkı çeşidi ve depolama periyoduna göre yoğurt örneklerinin sarılık değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık belirlenmemiştir. SABU ve SUBU katkılarının yoğurt örneklerine katılma oranlarına bağlı olarak %3 oranında zenginleştirilen yoğurt örneklerinin en yüksek sarılık değerine sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4.35).

Hashim ve ark. (2009), %1.5 oranında buğday kepeği ilave ettiği yoğurtlarda L^* değerini 89.3 ± 0.3 , a^* değerini 0.8 ± 0.7 , b^* değerlerini 11.1 ± 0.2 olarak belirtmişlerdir. Kontrol yoğurtlarla kıyaslandığında buğday kepeği ilavesinin yoğurtlarda yeşillik değerini artırdığını ifade etmişlerdir. Ek olarak bizimde çalışmamızda bulduğumuz sonuçlara paralel şekilde, diyet lifi katkı oranının artmasıyla yoğurt örneklerinde sarılık değerinin yükseldiğini belirtmişlerdir.

Ayrıca kazein misellerin destabilizasyonuna neden olan pastörizasyon işleminin a^* ve b^* değerlerinin artmasında etkili olduğu belirtilmiştir (Roefs ve ark., 1985).

4.3.18.4. Hue (h°)

Hue değeri üç boyutlu renk koordinat sisteminde a ve b değerlerinden hesaplanan bir açı değeridir (Cornejo ve Rosell, 2015b). Hue değeri renk tonu ile ilgili

bir niteliklidir. Farklı hue açısı değerleri çeşitli renkleri temsil etmektedir; 0° kırmızı-mor, 90° sarı, 180° yeşil ve 270° mavi renge karşılık gelmektedir (Sah ve ark., 2016).

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin rengine ait h° değerleri Çizelge 4.33'de verilmiştir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin h° değerleri ortalama 98.49 ± 1.03 ile 113.81 ± 0.59 aralığında değişmektedir.

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun h° değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.34'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.35'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre; katkı çeşidinin h° değeri üzerine $p < 0.05$ düzeyinde, katkı oranının ve depolama periyodunun ise h° değeri üzerine etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde; SABU katkı çeşidinin daha yüksek h° değerine sahip olduğu bulunmuştur. Olgunlaşma ilerledikçe sarılık değerinin azaldığını yeşilliğin arttığını söyleyebiliriz. Dexter ve Matsuo (1977), durum buğdaylarında olgunlaşma periyodu ilerledikçe sarı pigment miktarının azaldığını bildirmişlerdir. Hue değerlerine bakıldığında zenginleştirilen yoğurt örneklerinde artan katkılama oranıyla paralel olarak daha yoğun sarı rengin hakim olduğu belirlenmiştir. Depolama periyoduna bağlı olarak en düşük h° değeri 28. günde hesaplanmıştır. Bu bağlamda, depolamanın 28. gününde zenginleştirilen yoğurt örneklerinde daha yoğun sarı renk tonu belirlenmiştir (Çizelge 4.35).

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin h° değerleri üzerine etkili 'Katkı çeşidi x Depolama periyodu' interaksyonu Şekil 4.13'de verilmiştir.

SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin h° değerleri SUBU ile zenginleştirilenlerden tüm depolama süreci boyunca daha yüksek olduğu söylenebilir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin renk tonlarında depolama periyodunun 14. gününe kadar artış ve azalmalar gözlenirse de, depolamanın 14.gününden sonra her iki katkı çeşidi ile zenginleştirilenlerde de azalma gözlenmiştir. Depolama periyodunda 28. günde SUBU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin en düşük h° değerine (103.31 ± 5.29) sahip olduğu görülmektedir. Bu değerlerden de anlaşıldığı üzere en yoğun sarı renk tonuna 28.günde SUBU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin sahip olduğu belirlenmiştir. SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin 14.günde en yüksek h° değerine (107.21 ± 3.61) sahip olduğu belirlenmiştir.

4.3.18.5. Chroma (C^*)

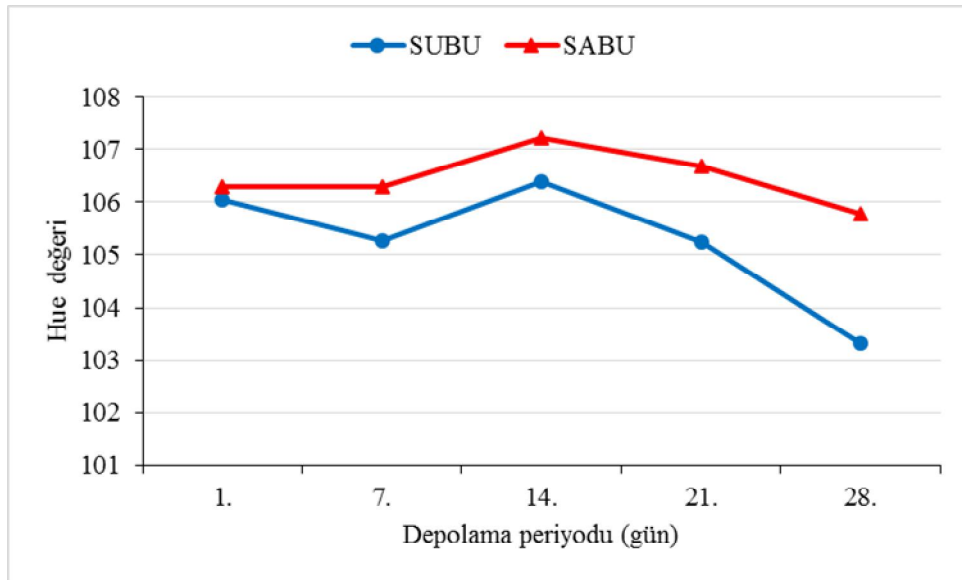
Chroma değeri rengin kantitatif bir tamamlayıcı parçasıdır. Bu değer CIELAB renk koordinatında rengin saflığını yansıtmaktadır (Cornejo ve Rosell, 2015a).

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin rengine ait C^* değerleri Çizelge 4.33’de verilmiştir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin C^* değerleri ortalama 6.42 ± 1.82 ile 12.19 ± 2.04 aralığında değişim göstermektedir.

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun C^* değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.34’de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.35’de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, katkı çeşidinin ve depolama periyodunun C^* değeri üzerine etkisinin olmadığı, katkı oranının ise C^* değeri üzerine etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, SABU ve SUBU katkılarının yoğurt örneklerine katılma oranlarına bağlı olarak %3 oranında zenginleştirilen yoğurt örneklerinin en yüksek C^* değerine sahip oldukları belirlenmiştir. %3 katkılı örneklerde renk yoğunluğunun daha fazla olduğu ifade edilebilir (Çizelge 4.35).



Şekil 4.13. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin h° değerleri üzerine etkili ‘Katkı çeşidi x Depolama periyodu’ interaksiyonu (1SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un 2SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un)

4.3.19. Mikrobiyolojik analiz sonuçları ve tartışma

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları sırasıyla ortalama 5.04 ± 0.18 - 6.81 ± 0.04 log kob/g ve 6.03 ± 0.02 - 8.73 ± 0.03 log kob/g aralığında değişim göstermektedir.

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun toplam *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.37'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.38'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, katkı çeşidinin ve katkı oranının *S. thermophilus* sayıları üzerine etkisinin istatistiki olarak $p < 0.05$ düzeyinde, depolama periyodunun etkisinin $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda katkı çeşidinin ve depolama periyodunun *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları üzerine etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde, katkı oranının etkisinin ise $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunduğu tespit edilmiştir.

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde *S. thermophilus* sayıları sırasıyla ortalama 6.104 ± 0.668 log kob/g ve 6.016 ± 0.709 log kob/g; *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları ise ortalama 7.565 ± 0.970 log kob/g ve 7.475 ± 0.992 log kob/g olarak belirlenmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına bakıldığında SUBU ilavesi ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının SABU ilave edilenlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinde ilave edilen SUBU ve SABU katkı oranlarının *S. thermophilus* sayısı üzerine etkisine bakıldığında; %2 ve 3 katkı oranları ile zenginleştirilen yoğurtlar arasında istatistiki olarak fark bulunmazken, kontrol ve %1 oranında zenginleştirme yapılan yoğurtlara göre *S. thermophilus* sayısının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Katkı oranlarının *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarına etkisine bakıldığında %2 katkı oranının *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısını en çok desteklediği, ancak diğer katkı oranları arasında istatistiki olarak bir fark bulunmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.38).

Çizelge 4.36. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının ortalaması ve standart sapması (n=2)

Depolama Periyodu (gün)	Katkı Çeşidi	Katkı Oranı (%)	<i>S. thermophilus</i> (log kob/g)	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> (log kob/g)
1.	SUBU ¹	0	6.55±0.10	8.57±0.06
		1	6.68±0.09	8.63±0.05
		2	6.81±0.04	8.65±0.06
		3	6.76±0.08	8.73±0.03
	SABU ²	0	6.57±0.14	8.60±0.03
		1	6.61±0.14	8.63±0.04
		2	6.77±0.08	8.66±0.04
		3	6.72±0.09	8.39±0.10
7.	SUBU ¹	0	6.52±0.09	8.49±0.02
		1	6.66±0.08	8.53±0.01
		2	6.76±0.06	8.63±0.07
		3	6.70±0.11	8.67±0.04
	SABU ²	0	6.49±0.12	8.53±0.03
		1	6.56±0.15	8.57±0.02
		2	6.67±0.06	8.60±0.04
		3	6.65±0.08	8.42±0.16
14.	SUBU ¹	0	6.42±0.06	7.49±0.02
		1	6.46±0.03	7.52±0.01
		2	6.63±0.03	7.60±0.01
		3	6.59±0.02	7.60±0.06
	SABU ²	0	6.39±0.02	7.47±0.01
		1	6.42±0.00	7.50±0.01
		2	6.59±0.01	7.53±0.05
		3	6.47±0.02	7.32±0.05
21.	SUBU ¹	0	5.17±0.01	6.73±0.33
		1	5.41±0.04	6.79±0.29
		2	5.48±0.04	6.89±0.28
		3	5.36±0.17	6.79±0.13
	SABU ²	0	5.06±0.13	6.71±0.31
		1	5.23±0.10	6.67±0.27
		2	5.39±0.13	6.76±0.36
		3	5.30±0.16	6.50±0.28
28.	SUBU ¹	0	5.09±0.07	6.08±0.03
		1	5.23±0.07	6.27±0.03
		2	5.46±0.05	6.33±0.02
		3	5.31±0.23	6.29±0.01
	SABU ²	0	5.04±0.18	6.03±0.02
		1	5.11±0.13	6.22±0.06
		2	5.21±0.11	6.31±0.03
		3	5.06±0.14	6.09±0.06

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

Çizelge 4.37. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarına ait varyans analizi sonuçları³

VK	SD	<i>S. thermophilus</i>		<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	
		KO	F	KO	F
Katkı Çeşidi (A)	1	0.189	5.465*	0.163	13.619**
Katkı Oranı (B)	3	0.248	7.165*	0.064	5.383*
AxB	3	0.009	0.861 ns	0.076	6.358*
Hata1	8	0.035		0.012	
Depolama Periyodu (C)	1	29.625	7442.507**	70.38	2983.846**
CxA	1	0.041	10.228*	0.004	0.178 ns
CxB	3	0.006	1.568 ns	0.011	0.456 ns
CxAxB	3	0.002	0.486 ns	0.005	0.227 ns
Hata2	8	0.004		0.024	

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³* p<0.05 seviyesinde önemli, ** p<0.01 seviyesinde önemli, ns önemsiz

Çizelge 4.38. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	n	<i>S. thermophilus</i> (log kob/g)	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> (log kob/g)
Katkı Çeşidi			
SUBU ²	40	6.104± 0.668a	7.565±0.970a
SABU ³	40	6.016± 0.709b	7.475±0.992b
Katkı Oranı (%)			
0	20	5.931±0.712b	7.470± 1.020b
1	20	6.037±0.674ab	7.533± 0.984ab
2	20	6.179 ±0.673a	7.595± 0.966a
3	20	6.093±0.712a	7.482± 1.005b
Depolama Periyodu (gün)			
1	16	6.6840 ±0.1196a	8.6069 ± 0.1040a
7	16	6.6270 ±0.1165a	8.5548±0.0924a
14	16	6.4980± 0.0928b	7.5044± 0.0883b
21	16	5.3011± 0.1578c	6.7293 ± 0.2374c
28	16	5.1898± 0.1697d	6.2035± 0.1181d

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ²SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarına depolama periyodunun etkisine bakıldığında ilerleyen depolama periyodu boyunca yoğurt bakterilerinin sayısının azaldığı ve en düşük sayıların depolama periyodunun 28. gününde belirlenmiştir. Benzer sonuçlara yapılan farklı çalışmalarda rastlanmaktadır (Akalin ve ark., 2004; Akalin ve ark., 2007).

Iametti ve ark. (2006)'nın durum buğdayında yaptıkları bir araştırmada çiçeklenme sonrası olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde mono ve disakkaritlerin miktarının azaldığını, nişasta miktarının arttığını bildirmişlerdir. Bu bağlamda SUBU

katkısında daha fazla bulunan serbest monosakkaritler ve FOS yoğurt bakterilerinin gelişimini desteklemiş olabileceği söylenebilir.

Prebiyotik olarak en yaygın kullanılan oligosakkaritler fruktooligosakkarit ve inülidir. FOS, bakterilerde bulunan β -fruktofuranosidaz enzimi ile fruktoz moleküllerine hidrolize edilerek bakteri hücresi içine transfer edilmektedir. FOS'un Bifidobacter'lerin canlılığı ve sayısını desteklediği yapılan araştırmalarda belirlenmiştir (Audisio ve ark., 2001; Lourens-Hattingh ve Viljoen, 2001; Rao, 2001; Gibson, 2004).

Gonzalez ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada, prebiyotik ve probiyotiklerin bitlikte kullanılmasının ayranlarda etkisi araştırılmıştır. Prebiyotik (frukto-oligosakarit, Raftiloz P95@ %1.4) veya sinbiyotik (frukto-oligosakarit@ %1.4 ve *Lactobacillus acidophilus* Lafti-L10) eklenmesinden dolayı ayranların 12 özelliğinden 8'inde önemli ($P < 0.05$) farklar bulunduğu ifade edilmiştir.

Ticari inulin veya yüksek amiloz içerikli mısır nişastası ile zenginleştirilen probiyotik yoğurtlarda; inulinin mısır nişastasına göre probiyotik organizmaların gelişimini daha fazla desteklediğini belirtmişler (Donkor ve ark., 2007).

Akalın ve ark. (2007), depolama periyodu boyunca yağı azaltılmış probiyotik yoğurtlarda fruktooligosakkarit ve peyniraltı suyu protein konsantratu ilavesinin starter kültürün canlılığına etkisini araştırmışlardır. *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarına bakıldığında yağı azaltılmış yoğurtlarda FOS ilavesinin *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarını desteklediğini bildirmişlerdir. Depolama periyodununun 1., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde *S. thermophilus* sayısı yağı azaltılmış yoğurtlarda sırasıyla 8.54 ± 0.05 , 9.00 ± 0.01 , 9.2 ± 0.10 , 8.50 ± 0.23 , 8.08 ± 0.14 log kob/g olarak tespit edilmişken, FOS ilaveli yoğurtlarda 8.71 ± 0.10 , 9.50 ± 0.00 , 9.46 ± 0.01 , 8.65 ± 0.06 , 8.47 ± 0.01 log kob/g olarak bildirilmiştir. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı yağı azaltılmış yoğurtlarda sırasıyla 5.00 ± 0.00 , 5.15 ± 0.017 , 5.54 ± 0.07 , 5.00 ± 0.00 ve 4.65 ± 0.06 log kob/g; FOS ilaveli yoğurtlarda ise 5.15 ± 0.017 , 5.93 ± 0.09 , 5.84 ± 0.07 , 5.24 ± 0.28 ve 5.39 ± 0.10 log kob/g olarak rapor edilmiştir.

Literatürde rekonstitüe süte FOS ilavesinin bifidobakteri suşlarının gelişimini desteklediğine dair yapılan çalışmalar da mevcuttur (Shin ve ark., 2000; Bruno ve ark., 2002)

Bu araştırmaların tersi yönde sonuçlar bildiren çalışmalar da mevcuttur. Akalın ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, yoğurda FOS ilavesinin *B. animalis*'in sayısına bir

etkisinin olmadığını ve bunun FOS'un polimerizasyon derecesiyle alakalı olabileceğini belirtmişlerdir.

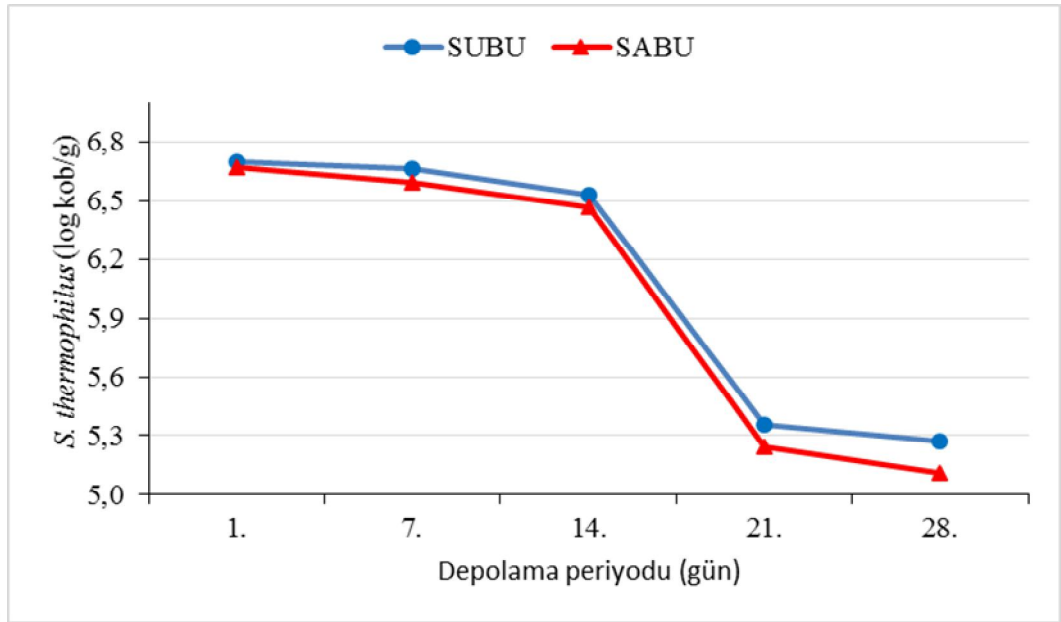
Bifidobakterilerin gelişimini destekleyen FOS'ların polimerizasyon derecesinin 6 ve daha düşük olduğunu ayrıca yaptığı çalışmada FOS'un *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarını desteklemediğini belirten literatürlere de rastlanmıştır (Kaplan ve Hutkins, 2000).

Özer ve ark. (2005), Acidophilus-Bifidus yoğurtlarda inülin ve laktuloz ilavesinin *Lactobacillus acidophilus* LA-5 ve *Bifidobacterium bifidum* BB-02'nin canlılığına etkisini araştırmışlardır. %0.5 ve %1 inülin ilaveli veya %0.25 ve %2.5 laktuloz ilaveli yoğurtları klasik yoğurt ve prebiyotik ilavesi olmayan yoğurtlarla karşılaştırmışlardır. İnülin ve laktuloz ilavesinin yoğurt bakterileri üzerine etkisinin olmadığı ancak, *B. bifidum* BB-02'un gelişimini stimüle ettiğini belirtmişlerdir. Probiyotik bakterilerin gelişimi üzerine laktulozun inülininden daha fazla etkisinin olduğunu ifade etmişlerdir. Laktuloz ve inulin ile zenginleştirilen yoğurtların prebiyotik ilave edilmeyenlere göre daha düşük düzeyde asetaldehit ve trosin içeriği belirtilmiştir.

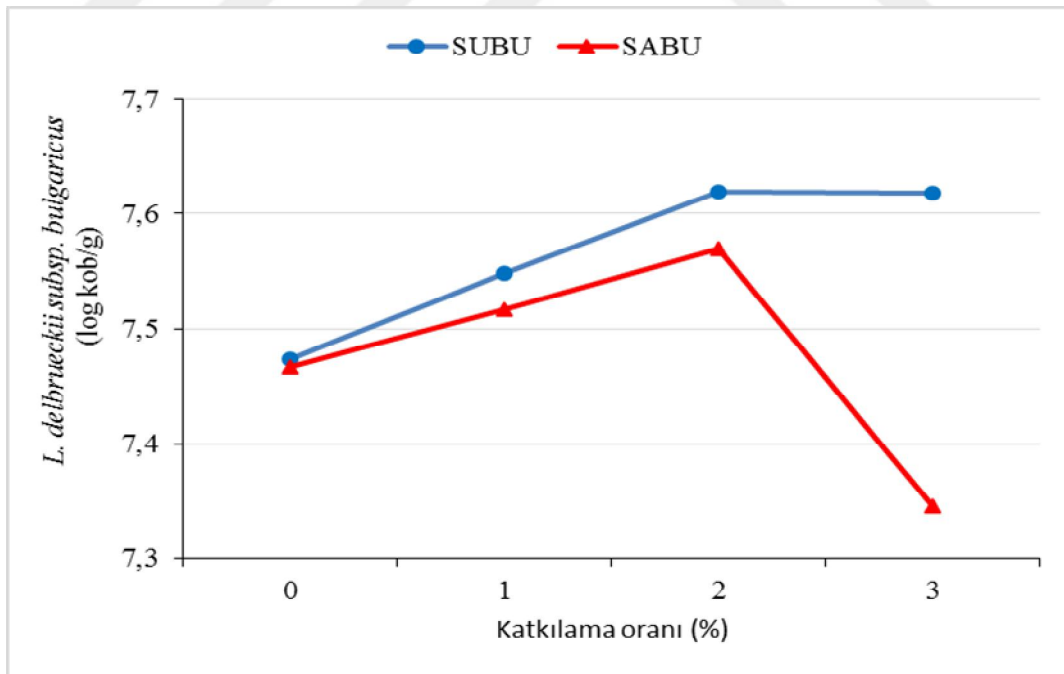
Terpou ve ark. (2017a) yaptıkları çalışmada, prebiyotik kültürlerin immobilize edildiği buğday kepeği içeren yoğurtların *L. casei* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının buğday kepeği kullanılmadan direkt kültürlerin ilave edildiği yoğurtlardan daha fazla ($p<0.05$) olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonucu buğday kepeğinin yoğurt fermentasyonu sırasında prebiyotik etki göstermiş olabileceği ile açıklamışlardır. Bu bulgulara benzer sonuçlar gösteren çalışmalarda tahılların ve tahıl ekstraktlarının fermentasyon ve depolama sırasında *Lactobacillus* türleri üzerine prebiyotik etki gösterdiği belirtilmiştir (Charalampopoulos ve ark., 2002; Bosnea ve ark., 2009; Terpou ve ark., 2017b).

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* sayıları üzerine etkili 'Katkı çeşidi x Depolama periyodu' interaksyonu Şekil 4.14'de verilmiştir. SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde depolama periyodunun 28. gününde en düşük *S. thermophilus* sayısı (5.11 ± 0.13 log kob/g) belirlenmiştir.

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları üzerine etkili 'Katkı çeşidi x Katkı oranı' interaksyonu Şekil 4.15'de verilmiştir. Şekil 4.15'den de görüldüğü üzere SABU ile %3 oranında zenginleştirilen yoğurt örneklerinde en düşük *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı (7.35 ± 1.0 log kob/g) tespit edilmiştir.



Şekil 4.14. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* sayıları üzerine etkili 'Katkı çeşidi x Depolama periyodu' interaksiyonu (¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un)



Şekil 4.15. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* sayıları üzerine etkili 'Katkı çeşidi x Katkı oranı' interaksiyonu (¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un)

Koliform grubu bakteri ve maya-küf sayım sonuçlarına baktığımızda; 28 günlük depolama periyodunda SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde koliform grubu mikroorganizma gelişimi gözlemlenmemiştir. Tüm yoğurt örneklerinde depolama periyodunun 28. gününde maya-küf sayısı <10 logkob/g düzeyinde tespit edilmiştir.

4.3.20. Duyusal analiz sonuçları ve tartışma

Zenginleştirilen yoğurt örneklerinin duyusal olarak incelenmesinde görünüş, kıvam (kaşıkla), kıvam (ağızda), koku ve tat parametrelerine göre değerlendirilmeler yapılmıştır.

4.3.20.1. Görünüş

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin duyusal analiz sonuçlarına ait görünüş değerleri Çizelge 4.39’da verilmiştir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin duyusal olarak görünüş değerlendirmesinde aldığı puanlar ortalama 2.65 ± 0.21 - 4.90 ± 0.14 aralığında değişmektedir.

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun görünüş değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.40’da ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.41’de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, katkı çeşidinin görünüş üzerine etkisinin istatistiki olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu, katkı oranı ve depolama periyodunun etkisinin ise $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.40).

Duncan çoklu karşılaştırma testine göre, SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin ortalama görünüş değerleri sırasıyla 3.98 ± 0.68 ve 3.77 ± 0.76 olarak bulunmuştur. SUBU katkı çeşidiyle zenginleştirilen yoğurt örneklerinin görünüş değerlendirmesinde daha yüksek puan aldığı ve 28. gün depolama periyodunda en iyi görünüme sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.41). Zenginleştirilen yoğurt örneklerine SUBU ve SABU ilavesinin oranı arttıkça örneklerin görünüş açısından beğenilirliği azalmaktadır. Katkılama oranına bakıldığında %3 katkılama oranının görünüş değerlendirmesinde en düşük puanı aldığı görülmektedir (Çizelge 4.41).

Çizelge 4.39. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin duyu analizi sonuçlarının ortalaması ve standart sapması (n=2)

Depolama Periyodu (gün)	Katkı Çeşidi	Katkı Oranı (%)	Görünüş	Kıvam (Kaşıkla)	Kıvam (Ağızla)	Koku	Tat
1.	SUBU ¹	0	4.65±0.21	4.58±0.25	4.35±0.21	4.68±0.11	4.65±0.21
		1	3.78±0.04	3.88±0.18	4.38±0.53	3.80±0.28	3.45±0.07
		2	3.03±0.11	3.53±0.39	3.43±0.25	3.68±0.11	3.58±0.25
		3	2.75±0.35	3.65±0.21	3.78±0.04	3.80±0.28	3.72±0.11
	SABU ²	0	4.50±0.28	4.50±0.14	4.30±0.42	4.40±0.14	4.72±0.13
		1	3.90±0.14	4.13±0.18	4.23±0.04	3.80±0.28	4.02±0.25
		2	2.88±0.18	3.08±0.46	3.08±0.46	3.65±0.21	3.05±0.07
		3	2.65±0.21	3.20±0.28	2.88±0.18	3.70±0.42	3.11±0.21
7.	SUBU ¹	0	4.78±0.04	4.33±0.11	4.40±0.57	4.68±0.11	4.43±0.25
		1	4.05±0.78	3.98±0.32	3.95±0.64	4.78±0.04	4.65±0.21
		2	3.70±0.42	3.58±0.25	3.68±0.11	4.65±0.21	4.55±0.07
		3	3.13±0.18	3.73±0.74	3.35±0.21	3.88±0.18	3.45±0.07
	SABU ²	0	4.75±0.21	4.31±0.30	4.50±0.42	4.70±0.14	4.46±0.08
		1	2.88±0.18	3.35±0.21	3.43±0.25	3.98±0.32	3.88±0.18
		2	3.75±0.35	4.25±0.35	3.90±0.14	4.10±0.14	3.68±0.11
		3	3.53±0.39	4.40±0.85	3.60±0.57	4.08±0.46	3.58±0.25
14.	SUBU ¹	0	4.90±0.14	4.90±0.14	4.43±0.25	5.00±0.00	4.88±0.18
		1	3.65±0.21	3.65±0.21	3.78±0.04	4.30±0.42	4.35±0.21
		2	4.43±0.25	4.55±0.07	4.55±0.07	3.68±0.11	4.03±0.32
		3	4.40±0.85	4.70±0.42	4.80±0.28	3.80±0.28	3.80±0.28
	SABU ²	0	4.87±0.05	4.75±0.07	4.33±0.33	4.91±0.13	4.76±0.22
		1	3.90±0.14	3.98±0.32	4.33±0.11	4.18±0.11	4.58±0.25
		2	2.98±0.32	3.48±1.03	3.08±0.46	3.35±0.21	3.30±0.28
		3	3.20±0.28	3.55±0.07	3.10±0.14	3.25±0.35	2.83±0.11
21.	SUBU ¹	0	4.78±0.04	4.45±0.07	4.35±0.21	4.53±0.39	4.68±0.11
		1	4.10±0.14	4.43±0.25	4.15±0.07	4.05±0.07	4.13±0.18
		2	3.63±0.53	3.75±0.35	3.40±0.57	3.30±0.42	3.30±0.28
		3	3.10±0.42	3.63±0.53	3.18±0.60	3.08±0.46	3.03±0.39
	SABU ²	0	4.75±0.21	4.40±0.42	4.40±0.42	4.66±0.08	4.70±0.12
		1	3.50±0.71	4.20±0.28	3.68±0.11	3.53±0.39	3.78±0.04
		2	3.10±0.14	3.43±0.25	3.08±0.46	3.05±0.78	2.73±0.67
		3	3.10±0.14	3.65±0.21	2.88±0.18	2.80±0.28	2.63±0.18
28.	SUBU ¹	0	4.38±0.53	4.48±0.39	3.93±0.46	3.90±0.14	3.98±0.39
		1	4.45±0.07	4.23±0.04	4.03±0.32	3.88±0.18	4.10±0.14
		2	3.88±0.18	3.75±0.35	3.65±0.21	3.85±0.49	3.78±0.04
		3	3.98±0.32	3.93±0.25	3.68±0.11	3.65±0.21	3.60±0.14
	SABU ²	0	4.40±0.14	4.4±0.21	4.00±0.14	4.03±0.13	3.99±0.16
		1	4.90±0.14	4.20±0.28	4.28±0.04	4.35±0.21	4.33±0.11
		2	4.08±0.46	3.80±0.28	3.80±0.42	3.78±0.04	3.55±0.07
		3	3.75±0.35	3.90±0.14	2.98±0.32	3.13±0.18	2.78±0.04

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

Çizelge 4.40. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin duyu analizi sonuçlarına ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	Görünüş		Kıvam (Kaşıkla)		Kıvam (Ağızla)		Koku		Tat	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Katkı Çeşidi (A)	1	0.865	6.849*	0.355	2.535ns	1.455	14.991**	0.623	11.983**	1.630	96.576**
Katkı Oranı (B)	3	6.786	6.849**	2.470	17.635**	3.298	33.972**	4.112	79.090**	6.490	384.487**
AxB	3	0.093	0.739 ns	0.036	0.255 ns	0.482	4.962*	0.060	1.160 ns	0.510	30.220**
Hata1	8	0.126		0.140		0.097		0.052		0.017	
Depolama periyodu (C)	1	2.943	38.820**	0.487	6.549*	0.086	1.830 ns	1.496	24.229**	0.424	10.316*
CxA	1	0.028	0.364 ns	0.000	0.004 ns	0.046	0.975 ns	0.026	0.417 ns	0.005	0.118 ns
CxB	3	0.545	7.195*	0.084	1.133 ns	0.334	2.649 ns	0.230	3.720 ns	0.288	7.011*
CxAxB	3	0.060	0.785 ns	0.002	0.028 ns	0.018	0.379 ns	0.129	2.093 ns	0.058	1.411 ns
Hata2	8	0.076		0.074		0.047		0.062		0.041	

¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³* p<0.05 seviyesinde önemli, ** p<0.01 seviyesinde önemli, ns önemsiz

Çizelge 4.41. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin duyu analizi sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	n	Görünüş	Kıvam (Kaşıkla)	Kıvam (Ağızla)	Koku	Tat
Katkı Çeşidi						
SUBU ²	40	3.98±0.68a	4.08±0.49	3.96±0.51a	4.05±0.55a	4.00±0.54a
SABU ³	40	3.77±0.76b	3.95±0.55	3.69±0.62b	3.87±0.61b	3.72±0.73b
Katkı Oranı (%)						
0	20	4.67±0.25a	4.51±0.25a	4.30±0.32a	4.55±0.36 a	4.52±0.34a
1	20	3.91±0.59b	4.00±0.35b	4.02±0.37a	4.06±0.39b	4.12±0.38b
2	20	3.54±0.56bc	3.72±0.52b	3.56±0.52b	3.71±0.50c	3.55±0.54c
3	20	3.36±0.61c	3.83±0.53b	3.42±0.62b	3.52±0.47c	3.25±0.44d
Depolama Periyodu (gün)						
1	16	3.52±0.20c	3.82±0.58b	3.80±0.63	3.94±0.41b	3.79±0.63b
7	16	3.82±0.18bc	3.99±0.51ab	3.85±0.51	4.35±0.40a	4.08±0.49a
14	16	4.04±0.19ab	4.19±0.65a	4.05±0.66	4.06±0.66ab	4.06±0.72a
21	16	3.76±0.18bc	3.99±0.47ab	3.64±0.64	3.62±0.75c	3.62±0.83b
28	16	4.23±0.11a	4.09±0.34a	3.79±0.43	3.82±0.38bc	3.76±0.48b

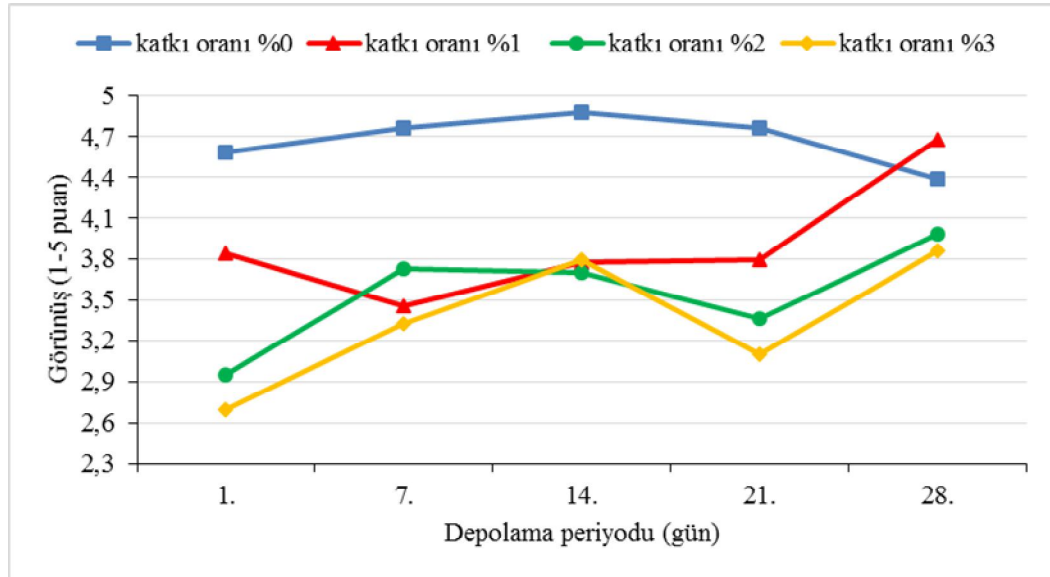
¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir ²SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ³SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin görünüş değerleri üzerine etkili ‘Katkı oranı x Depolama periyodu’ interaksyonu Şekil 4.16’da verilmiştir. Depolama periyodunun 28. gününde %1 oranında katkı ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin en yüksek puanı aldıkları görülmektedir.

Tomic ve ark. (2017), tritikale, buğday ve yulaf lifi ile zenginleştirdikleri yoğurtların (15g/kg ve 30g/kg) duyu özelliklerini araştırmışlardır. Çözünmeyen tritikale lifinin zenginleştirilme yapılan yoğurtlarda sarımtırak-kahverengi renge, tahılsız tada ve aromaya, belirgin kumlu yapıya neden olduğu rapor edilmiştir. Sahip olduğu pütürlü/kumlu tekstür ve bir miktar acılık nedeniyle 30 g/kg lif ile zenginleştirilen yoğurtlara verilen düşük kalite puanlamalarına rağmen, zenginleştirilen yoğurtların ‘çok iyi’ kalite kategorisinde yer aldığı bildirilmiştir.

4.3.20.2. Kıvam (Kaşıkla)

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin duyu analiz sonuçlarına ait kıvam (kaşıkla) değerleri Çizelge 4.39’da verilmiştir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin kıvam (kaşıkla) değerlendirmesinde aldığı puanlar ortalama 3.08 ± 0.46 - 4.90 ± 0.14 aralığında değişmektedir.



Şekil 4.16. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin görünüş değerleri üzerine etkili ‘Katkı oranı x Depolama periyodu’ interaksyonu (¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un)

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun kıvam (kaşıkla) değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.40'da ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.41'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, katkı çeşidinin kıvam (kaşıkla) puanları üzerine etkisinin olmadığı, ancak katkı oranının etkisinin istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde, depolama periyodunun etkisinin ise $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.40).

Duncan çoklu karşılaştırma testine göre, SUBU ve SABU katkıları ile %1, 2 ve 3 katkılama oranları açısından elde edilen kıvam (kaşıkla) değerlerinin istatistiki olarak birbirinden farklı olmadığı ve kontrol yoğurtlardan daha düşük değerlendirme puanlarına sahip oldukları görülmektedir.

4.3.20.3. Kıvam (Ağızla)

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin duyu analizi sonuçlarına ait kıvam (ağızla) değerleri Çizelge 4.39'da verilmiştir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin kıvam (ağızla) değerlendirmesinde aldığı puanlar ortalama 2.88 ± 0.18 - 4.80 ± 0.28 aralığında değişmektedir.

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun kıvam (ağızla) değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.40'da ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.41'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, katkı çeşidi ve katkı oranının kıvam (ağızla) değerleri üzerine etkisinin istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunduğu, depolama periyodunun ise kıvam (ağızla) üzerine etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma analiz sonuçlarına göre, SUBU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin, SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinden kıvam (ağızla) açısından daha yüksek puanlara sahip olduğu belirlenmiştir.

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin kıvam (ağızla) değerleri üzerine etkili 'Katkı çeşidi x Katkı oranı' interaksyonu Şekil 4.17'de verilmiştir. Katkılama oranı arttıkça puanların azaldığı; %2 ve 3 katkı oranlarında SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde değerlerinin istatistiki olarak birbirinden farklı olmadığı ve en düşük puanları aldıkları belirlenmiştir (Çizelge 4.41).

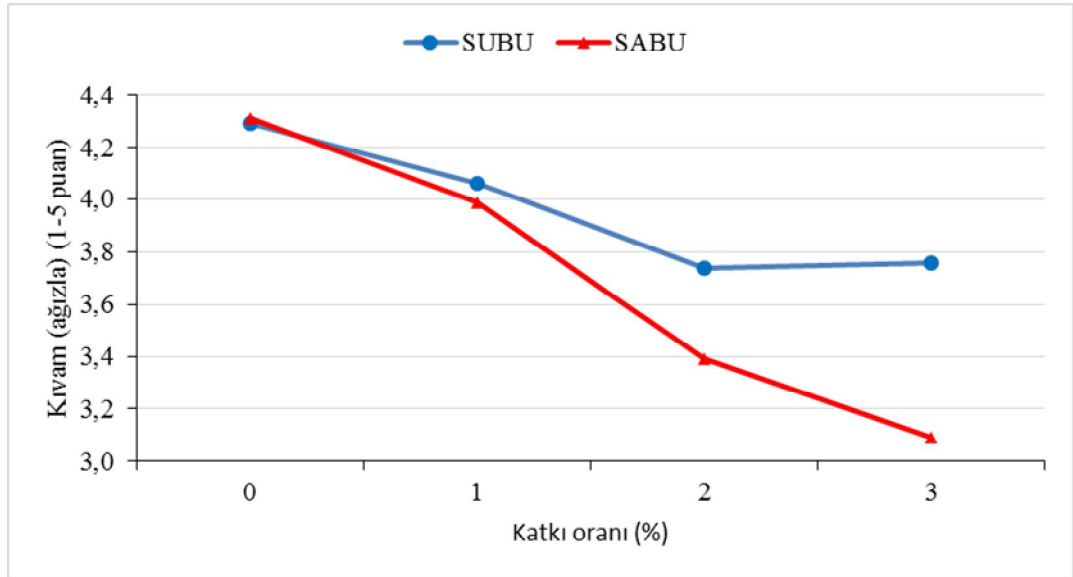
Fernández-García ve McGregor (1997) ise yaptıkları bir çalışmada, farklı kaynaklardan (soya, pirinç, yulaf, mısır ve şeker pancarı) elde edilen çözünmeyen diyet

lifleri ile zenginleştirilen yoğurtlarda % 1.32 oranında lif ilavesinin daha düşük genel tat, aroma ve tekstür değerlendirme puanları aldığını rapor etmişlerdir. Yulaf lifi ile zenginleştirilen yoğurt örnekleri dışındaki diğer tüm örneklerde yoğun olarak tahılsı tat, aroma ve pütürlü tekstür belirlenmiştir. Bu çalışmanın akabinde yaptıkları bir diğer çalışmada; % 1.32 oranında çözünmeyen yulaf lifi ilavesinin şeker ilavesi olmayan yoğurtlarda yapı ve tekstürü geliştirdiği, ancak sakkaroz ile tatlandırılan örneklerin yapı ve tekstür açısından daha düşük puanlar aldığı bildirilmiştir (Fernández-García ve ark., 1998).

4.3.20.4. Koku

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin duyu analizi sonuçlarına ait koku değerleri Çizelge 4.39'da verilmiştir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin koku değerlendirmesinde aldığı puanlar ortalama 2.80 ± 0.28 - 5.00 ± 0.00 aralığında değişim göstermektedir.

SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun koku değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.40'da ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.41'de verilmiştir.



Şekil 4.17. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin kıvam (ağızla) değerleri üzerine etkili 'Katkı çeşidi x Katkı oranı' interaksiyonu (¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un)

Varyans analizi sonuçlarına göre, katkı çeşidi, katkı oranı ve depolama periyodunun koku değerleri üzerine etkisinin istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunduğu tespit edilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma analiz sonuçlarına göre, SUBU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin, SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinden daha yüksek koku puanlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Depolama periyodunda örneklerin kokusunun 7.günde en çok beğeni aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.41).

Yapılan bir çalışmada probiyotik yoğurt üretiminde probiyotik bakterileri immobilize edici araç olarak buğday kepeği kullanılmıştır. Probiyotik kültürlerin immobilize edildiği buğday kepeği içeren ve bu immobilizasyon aracının fermentasyon sonrası çıkarıldığı yoğurt örnekleri duyuşal olarak ticari yoğurt kültürü ve probiyotik kültür içeren yoğurtlarla karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak daha az asidik tada sahip, probiyotik kültürlerin immobilize edildiği buğday kepeğini içeren yoğurt örneklerinde en yüksek tahıl tadı belirlenmiş olsa da, koku, görünüş ve genel kabul edilebilirlik açısından buğday kepeği içermeyen yoğurtlarla benzer puanlar aldığı belirtilmiştir (Terpou ve ark., 2017a).

Seçkin ve Baladura (2012), farklı oranlarda (% 1, 2 ve 3) olmak üzere elma, buğday ve bambu liflerini (ticari lif) süzme yoğurt üretiminde kullanmışlardır. Pütürlü yapısı, baskın elma tadı ve keskin kokusu yüzünden panelistler tarafından elma lifli yoğurtların tercih edilmediğini ve bambu ve buğday lifli yoğurtların kabul edilebilirliğinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

4.3.20.5. Tat

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin duyuşal analiz sonuçlarına ait tat değerleri Çizelge 4.39'da verilmiştir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin tat değerlendirmesinde aldığı puanlar ortalama 2.63 ± 0.18 - 4.88 ± 0.18 aralığında değişim göstermektedir.

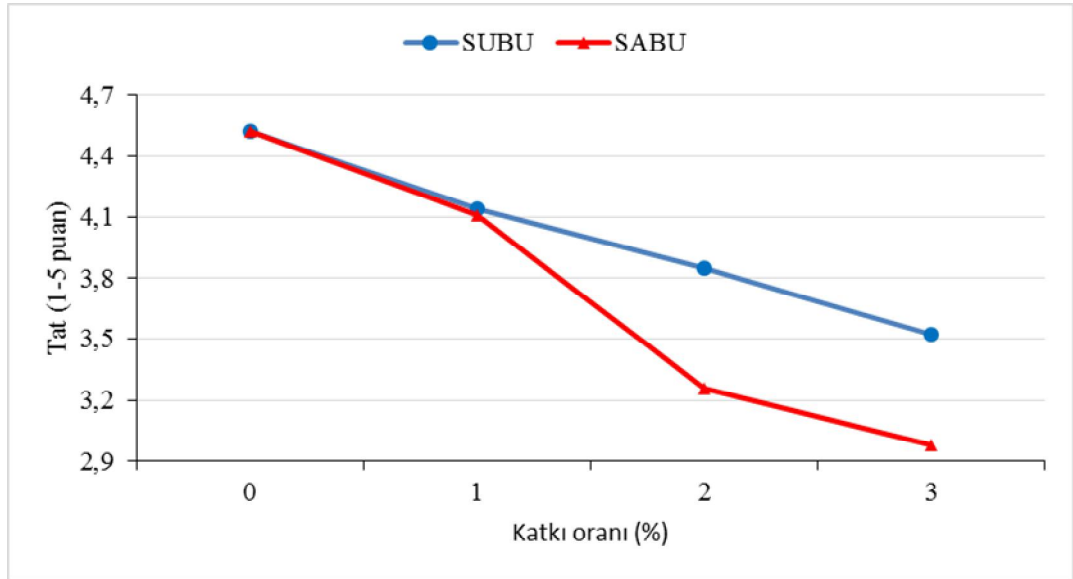
SUBU ve SABU katkılarının, katkı oranının ve depolama periyodunun tat değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.40'da ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.41'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, katkı çeşidi ve katkı oranının tat değerleri üzerine etkisinin istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde, depolama periyodunun etkisinin $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.41).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, SUBU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin, SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinden daha yüksek tat puanlarına sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.22). Katkılama oranı arttıkça SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin tat açısından beğeni değerlerinin azaldığı ve %3 düzeyinde katkılanan örneklerin en az beğeniye aldıkları tespit edilmiştir (Şekil 4.23).

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin tat değerleri üzerine etkili ‘Katkı çeşidi x Katkı oranı’ interaksyonu Şekil 4.18’de verilmiştir. %3 oranında SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin tat açısından en az beğenildiği belirlenmiştir. Yoğurtlarda katkılama oranı arttıkça artan tahılsız tat ve koku tüketici beğenisini azaltmaktadır.

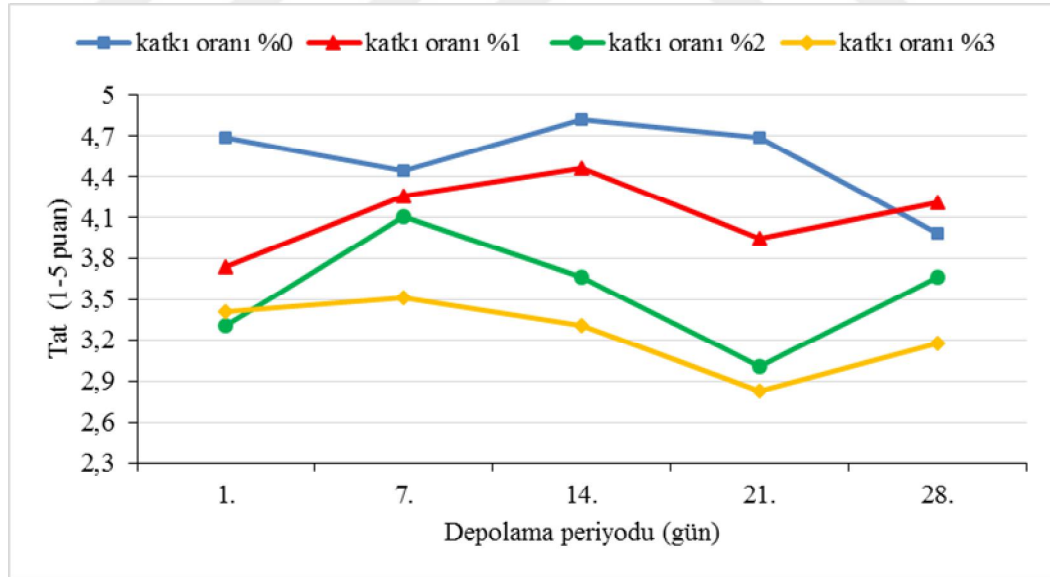
SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin tat değerleri üzerine etkili ‘Katkı oranı x Depolama periyodu’ interaksyonu Şekil 4.19’da verilmiştir. Katkılama oranı arttıkça örneklerin tat açısından değerlendirme puanlarının azaldığı belirlenmiştir. Depolama periyodu boyunca azalma gösteren tat puanları kontrol yoğurtlar hariç tüm zenginleştirilen yoğurtlarda 21. günden sonra 28. günde artış göstermiştir. Bunun nedeninin ise yoğurtta devam eden laktik asit fermentasyonuna bağlı olarak artan asitliğin tahıl tadını maskeleyiş olabileceği ifade edilebilir.



Şekil 4.18. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin tat değerleri üzerine etkili ‘Katkı çeşidi x Katkı oranı’ interaksyonu (¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un)

Hoppert ve ark. (2013) tarafından farklı diyet lifleriyle zenginleştirilen yoğurtların tüketici tarafından kabul edilebilirliği incelenmiştir. Çeşitli tahıl ürünleri ve inulin kombinasyonu ile zenginleştirilen şekeri azaltılan yoğurtların, sadece inulin takviyesi ile şekeri azaltılanlara göre kabul edilebilirliğinin önemli derecede daha düşük olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca tatlılığın algılanması ile tat-aroma arasındaki etkileşimin lifle zenginleştirilen yoğurtların kabul edilebilirliğini arttırabileceği belirtilmiştir. Genel kabul edilebilirliği etkilemesi nedeniyle tahılın boyutu ve tadı ürün formülasyonunda oldukça önemli bir faktör olmuştur.

Elma, buğday, bambu ve inulinin ticari lifleriyle zenginleştirilerek yapılan yoğurt örneklerinin duyusal değerlendirilmesinde tüm katkı yoğurtların renk ve aroma açısından puanları maksimum 5 üzerinden 3 puan olarak değerlendirilmiştir. Bu değer minimum kabul edilebilir değerler arasında olduğu belirtilmiştir. Panelistlerin %50'den daha fazlası tüm yoğurtları tekstür açısından 4 puan vererek beğendiklerini belirtmişlerdir. Ancak buğday ile zenginleştirilen yoğurtların tekstür bakımından en yüksek beğeni kazandığı, inulin ilaveli olanların ise en yüksek tat ve aroma puanları aldığı rapor edilmiştir (Staffolo ve ark., 2004).



Şekil 4.19. SUBU¹ ve SABU² ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin tat değerleri üzerine etkili 'Katkı oranı x Depolama periyodu' interaksiyonu (¹SUBU: Süt olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un ²SABU: Sarı olum safhasında hasat edilen buğdaylardan elde edilen tam un)

Coman ve ark. (2013), %2, 4 ve 6 oranlarında kullandıkları karabuğday unu ve yulaf kepeği ile zenginleştirdikleri probiyotik yoğurtların duyu özelliklerini değerlendirmişlerdir. Çeşitli konsantrasyonlarda karabuğday unu ve *L. rhamnosus* IMC 501[®], *L. paracasei* IMC 502[®] ve SYN BIO[®] ilavesi ürünün organoleptik özelliklerden bazılarını değiştirerek sinbiyotik fermente süt ürünlerinin organoleptik özelliklerini değiştirdiği bildirilmiştir. Genel olarak, karabuğday unu ilaveli sinbiyotik fermente süt örneklerinde, ekşi tat ve yedikten sonra tadın ağızda kalması gibi bir duyu değerlendirme yapıldığı rapor edilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda yulaf kepeği ile zenginleştirilmiş sinbiyotik fermente süt ürünlerinde her durumda 4°C’de depolama süresi boyunca acı ve ekşi tat oluştuğu bildirilmiştir. Panelistlerden en yüksek puanları alan ve kabul edilebilirliği en yüksek olan SYN BIO[®] inoküle edilen ve %4 yulaf kepeği içeren yoğurt örnekleri olduğu ve bu sonuca bağlı olarak *in vivo* çalışmada bu yoğurt örneklerinin kullanıldığı ifade edilmiştir. Genel olarak asit ve tahıl kokusu, burukluk, kıvam, ekşi ve tatlı tatdan panelistleri pozitif yönde etkilerken; süt kokusu, akışkanlık ve yapışma gibi özelliklerin ürünün kabul edilebilirliğini olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada, olgunlaşma öncesi süt olum ve sarı olum safhalarında hasat edilen *Triticum durum* buğdayının Soylu Makarnalık Buğday çeşidi tam un şeklinde öğütüldükten sonra, 4 farklı oranda yoğurt sütüne ilave edilerek üretilen yoğurt örneklerinin fiziksel, kimyasal, besinsel, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri araştırılmıştır.

Kullanılacak buğdaylar süt olum safhasında tanede %65.85±1.20 ve sarı olum safhasında %51.50±2.12 nem oranına sahipken hasat edilmiştir. Öğütülerek tam buğday unu haline getirilen örneklerin çeşitli kimyasal ve fiziksel analizleri yapılmıştır. Süt olum ve sarı olum safhalarında hasat edilen yoğurdun zenginleştirilmesinde kullanılan tam un örneklerinde olgunlaşma süreci ilerledikçe kül, protein, toplam antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, toplam fuktan, mineral madde, fitik asit ve fitat fosforu miktarlarının azaldığı tespit edilmiştir. Buna karşın ilerleyen olgunlaşma sürecinde tanede nişasta miktarının artış gösterdiği belirlenmiştir. SUBU ve SABU örneklerinin renk değerlerine bakıldığında tanede olgunlaşmaya bağlı parlaklık (L^*) değerinde bir miktar artış gözlemlenirken, kırmızılık (a^*) oranının azalıp yeşilliğin arttığı ve sarılık (b^*) oranının azaldığı tespit edilmiştir.

SUBU ve SABU katkı çeşitlerinin fermentasyon sırasında pH değişimi üzerine istatistiki olarak bir etkisinin olmadığı ($p>0.05$), katkı oranlarının ise $p<0.01$ düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir. Bu durum fermentasyon sırasında katkılı yoğurtlarda asitliğin hızlı ilerlemesi karbonhidrat içeren SUBU ve SABU katkılarının yoğurt bakterilerinin aktivitelerini stimüle etmesinden kaynaklanabileceği ifade edilebilir.

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde kurumadde, protein, kül, yağ ve mineral madde miktarları depolamanın sadece 7. günü belirlenmiştir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde katkı çeşidinin kurumadde miktarı değerleri üzerine etkisi olmazken; ilave edilen katkı oranına bağlı olarak istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) artışlar belirlenmiş ve %3 seviyesinde katkılama oranında en yüksek kurumadde içeriği saptanmıştır.

Katkı çeşidinin ve katkılama oranının zenginleştirilen yoğurt örneklerindeki kül miktarı üzerine etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. SUBU örneğinin kül içeriğinin SABU örneğinin kül içeriğinden daha yüksek bulunması, SUBU katkılı

yoğurt örneklerine de yansımıştır. Zenginleştirilen yoğurt örneklerde %2 ve 3 seviyesinde katkılama oranında kontrol ve %1 katkılama oranına göre daha yüksek kül içeriği saptanmıştır.

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin protein içerikleri üzerine etkisinin istatistiki olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu, ancak katkılama oranının zenginleştirilen yoğurt örneklerindeki protein miktarları üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Zenginleştirilen yoğurt örneklerinde katkı çeşidinin yağ miktarı değerleri üzerine etkili olmadığı ve örneklerde düşük yağ içerikli SUBU ve SABU ilavelerinin katkı oranları arttıkça zenginleştirilen yoğurtlarda yağ miktarında istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) azalmalar olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda %3 katkılama oranına sahip örneklerde en düşük yağ içeriği belirlenmiştir.

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde katkı çeşidinin Ca, Cu, Fe, K, Zn ve P miktarlarını istatistiki olarak etkilemediği ($p>0.05$) tespit edilmiştir. SUBU katkısındaki Mg içeriğinin SABU katkısına göre daha yüksek olması, ilave edilen yoğurt örneklerine de yansımış ve SUBU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde Mg miktarları istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) miktarda daha yüksek bulunmuştur. İlave edilen katkı oranına bağlı Cu, K, ve P miktarlarında istatistiki olarak artış ya da azalışın olmadığı ($p>0.05$) tespit edilmiştir. Ayrıca katkılama oranına bağlı olarak zenginleştirilen yoğurt örneklerinde Mg, Fe, Ca ve Zn miktarları istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) artış göstermiş ve %3 katkılama oranında en yüksek değerler belirlenmiştir.

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde SUBU ile zenginleştirilenlerde daha düşük pH değerleri tespit edilmiştir. Bu örneklerde asitliğin daha yüksek olması yoğurt bakterilerinin SUBU katkılı yoğurtlarda daha fazla geliştiği ve laktozu daha fazla laktik aside dönüştürmüş olabileceği ile açıklanabilir. Farklı zenginleştirilme oranları kullanılan yoğurt örneklerinde %2 oranında katkılamada en yüksek asitlik tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç yoğurt bakterilerinin gelişimini en iyi destekleyen oranın %2 olduğu ile açıklanabilir. Mikrobiyolojik analiz sonuçları da bu sonucu destekler niteliktedir. Depolama periyodunun ilerleyen günlerine bağlı olarak SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde pH değerleri istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) düşüş göstermektedir ve en düşük pH değeri depolamanın 28. gününde belirlenmiştir.

SUBU ile zenginleştirilen yoğurtların sahip olduğu toplam titrasyon asitliği istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) miktarda daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun yoğurt bakterilerinin aktivitesini SUBU katkısında daha yüksek oranda bulunan serbest glukoz ve toplam fruktan miktarının desteklemesinden kaynaklanabileceği söylenebilir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerinde katkılama oranına bağlı olarak titrasyon asitliğine bakıldığında kontrol yoğurtlarda en düşük titrasyon asitliği değeri tespit edilmiştir. Ayrıca katkılama oranları açısından diğer oranlar arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Depolama periyodunun ilerleyen günlerine bağlı olarak SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde toplam titrasyon asitliği istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) artış göstermektedir. SUBU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde depolamanın 28. gününde en yüksek titrasyon asitliği tespit edilmiştir.

SUBU katkısı ile zenginleştirilen yoğurt örnekleri daha yüksek sinerezis değerleri göstermiş ve bu durum SABU katkısında nişasta oranının SUBU katkısından daha yüksek olması ile açıklanmıştır. Ayrıca katkılama oranına bağlı olarak da zenginleştirilen yoğurt örneklerindeki sinerezis değeri istatistiki olarak önemli düzeyde ($p<0.01$) azalma göstermiştir. Katkılama oranına bağlı olarak sinerezisin azalması; FOS ve nişasta kaynağı olan SUBU ve SABU ilavesinin yoğurtların jel yapısını oluşturan kazein kümelerindeki bu boşlukları doldurmasına bağlanmıştır. Depolama periyoduna bakıldığında SABU ve SUBU ile zenginleştirilen yoğurtlarda en yüksek sinerezis değeri 28. günde belirlenmiş ve bu sonuç örneklerde asitliğin ilerlemesinin serum ayrılmasını tetikleyici etki göstermiş olabileceği ile açıklanmıştır.

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde SABU ile zenginleştirilenlerde daha yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu durum SABU katkısında nişasta miktarının SUBU katkısına göre daha yüksek oranda olması ile açıklanmıştır. Ayrıca buna bağlı olarak da zenginleştirilen yoğurt örneklerinde katkılama oranına bağlı su tutma kapasitelerinde istatistiki olarak önemli düzeyde ($p<0.01$) artma gözlenmiştir. Yoğurtların jel yapısını oluşturan protein ağlarındaki meydana gelen sıkılaşma nedeniyle örneklerde depolamanın 1. gününe göre 7. gününde örneklerin su tutma kapasitesi istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) artış göstermiş, daha sonra 21. depolama gününe kadar su tutma kapasiteleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır. 28. günde ise zenginleştirilen yoğurt örneklerinde asitliğin artıp, sinerezisin daha fazla tetiklenmesiyle su tutma kapasitesinin bir miktar azalma gösterdiği tespit edilmiştir.

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde katkı çeşidinin, katkı oranının ve depolama periyodunun su aktivitesi değerlerini istatistiki olarak etkilemediği ($p>0.05$) tespit edilmiştir.

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde katkı çeşidinin fenolik madde miktarı üzerine etkisi olmazken; artan katkılama oranına bağlı toplam fenolik madde miktarı istatistiki olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) artış göstermiştir. Depolama periyodunda ilerleyen zamana bağlı olarak örneklerin toplam fenolik madde içeriği de istatistiki olarak önemli düzeyde ($p<0.01$) artış göstermiştir. Zenginleştirilen yoğurt örneklerinde toplam fenolik madde içeriğinin artması devam eden fermentasyon sürecinde mikroorganizmaların aktivitesi sonucu farklı fenolik bileşenlerin oluşmuş olabileceği ile açıklanmıştır.

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde katkı çeşidinin toplam antioksidan aktivite kapasitesine istatistiki düzeyde etkisinin olmadığı, buna karşın katkı oranına bağlı istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) artışın olduğu belirlenmiştir. Depolama periyoduna bağlı olarak artış gösteren antioksidan aktivite kapasitesinde en yüksek değerler 28. günde belirlenmiştir. Depolama esnasında devam eden mikrobiyal gelişme, fenolik bileşiklerin bazılarını değiştirmiş ve dolayısıyla antioksidan aktivitelerini artırmış olabilir.

Yoğurt örneklerini zenginleştirmede kullanılan katkılardaki fitik asit ve fitat fosforu miktarları yoğurt örneklerine de yansımış ve SUBU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin fitat fosforu ve fitik asit miktarlarında istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) artışa neden olmuştur. Katkılama oranı arttıkça zenginleştirilen yoğurt örneklerinde fitat fosforu ve fitikasit değerleri artmış ve %3 katkı oranında en yüksek değerler belirlenmiştir. Buğday tanesinin sahip olduğu endojen fitaz enzimi fermentasyonun ilerlemesiyle aktive olmuş olabileceğinden örneklerin fitik asit ve fitat fosforu miktarları depolama periyodu ilerledikçe istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) azalış göstermiştir.

Katkı çeşidinin içeriğindeki nişasta miktarıyla paralel olarak SABU ile zenginleştirilen yoğurt örnekleri daha yüksek nişasta miktarına sahipken, katkı oranının artması örneklerin nişasta miktarlarında istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) artışa neden olmuştur. Ancak nişastanın fermentasyon sırasında laktik asit bakterileri tarafından kullanılamamasına bağlı olarak depolama periyodunun nişasta miktarı üzerine etkisi olmamıştır.

SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin tekstür profil analizi değerleri incelendiğinde; katkı çeşidinin sertlik, yapışkanlık ve viskozite indeksi değerlerinde istatistiki düzeyde etkisinin olmadığı ($p>0.05$), ancak SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin daha yüksek kıvam değeri gösterdiği belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinde katkı oranının artmasına bağlı olarak tekstür profilinde belirlenen tüm parametrelerdeki değerlerde istatistiki olarak önemli artış gözlenmiştir. Depolama periyodunun sertlik ve viskozite değerlerine istatistiki olarak etkisinin olmadığı, kıvam değerleri 1.günde en düşükken ilerleyen günlerde arttığı, yapışkanlık değerlerinin ise artan depolama sürecine bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir.

Yoğurdun karakteristik aroma maddesi olan asetaldehit miktarı SUBU ile zenginleştirilen yoğurtlarda, SABU ilave edilen yoğurtlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum SUBU örneklerinin starter kültür aktivitesini daha fazla desteklemesi ile açıklanabilir. Ayrıca asetaldehit miktarı kontrol ve diğer zenginleştirilen yoğurt örneklerinde depolama periyoduna bağlı olarak ilerleyen depolama sürecinde azalma göstermiştir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinde belirlenen izobütül 2-metilvaleratın son üründe tahımsız tada neden olduğu ifade edilebilir. Katkılama oranına bağlı olarak bu tat artmaktadır.

Katkılamada kullanılan hammaddeki fruktan içeriğindeki farklılık zenginleştirilmiş yoğurt örneklerine de yansımış ve SABU ile katkılanan yoğurtlarda toplam fruktan miktarları SUBU ile zenginleştirilen yoğurtlara göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. Artan katkı oranı yoğurt örneklerinin toplam fruktan miktarlarında istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) artışa neden olmuştur. İlerleyen depolama süreci boyunca örneklerdeki fruktan miktarlarında istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) azalma gözlenmiştir. Depolama periyodu boyunca fruktan içeriğindeki azalma yoğurt starter kültürlerinin prebiyotik olarak fruktanları kullanmış olabileceğiyle açıklanabilir.

Zenginleştirilen yoğurt örneklerinde ilave edilen SUBU ve SABU katkı çeşitlerinin parlaklık, yeşillik, sarılık ve chroma renk değerlerinde istatistiki düzeyde etkisinin olmadığı ($p>0.05$), ancak hue değerinin SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde daha yüksek olduğu yani sarı renk tonunun azaldığı belirlenmiştir. SUBU ve SABU ile katkılama oranı arttıkça yoğurt örneklerinde yeşillik, sarılık ve chroma değerlerinde istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bir artışın olduğu, buna karşın parlaklık ve hue değerlerinin azaldığı saptanmıştır.

SUBU ilavesi ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının SABU ilave edilenlere göre daha yüksek

olduğu belirlenmiştir. SUBU katkısında SABU katkısına göre serbest glukoz ve fruktan miktarının fazla olması, mikrobiyal gelişmeyi teşvik etmiştir. SUBU ve SABU ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde %2 katkı oranının *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarını en çok desteklediği söylenebilir. Yoğurt örneklerinde depolama periyodu ilerledikçe *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarında istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) azalma tespit edilmiştir.

Kontrol yoğurtlardan sonra SUBU ile %1 oranında zenginleştirilen örneklerin duyusal olarak en iyi puanları alıp, en yüksek beğeniyi kazanmıştır. Katkılama oranı arttıkça tahıl tadı artmış bu durum ise genel kabul edilebilirliği azaltmıştır.

Bu sonuçlara göre, tam olgunlaşmamış buğday unu ilaveli yoğurt örnekleri beslenme açısından değerlendirildiğinde artan protein, mineral madde, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve fruktan içeriğiyle yoğurdun beslenme değerini artırıcı, teknolojik olarak değerlendirildiğinde ise yoğurttaki sinerezisi azaltıp, su tutma kapasitesini arttırarak, tekstür özelliklerini iyileştirici etki göstermiştir. Dolayısıyla beslenme ve teknolojik açıdan yoğurdun besinsel değerini artırıcı ve teknolojik özelliklerini iyileştirici etkileri nedeniyle tam olgunlaşmamış buğday tanelerinden elde edilen tam unların yoğurdun zenginleştirilmesinde kullanılmasının uygun olduğu düşünülmektedir.

5.2. Öneriler

Tam olgunlaşmamış buğdayların sahip olduğu prebiyotik etkiden faydalanmak için ilerleyen çalışmalarda yoğurt bakterilerinin yanında probiyotik bakterilerde kullanılarak beklenen etkinin ortaya çıkıp çıkmadığı detaylı olarak kontrol edilebilir. Prebiyotik etkiye bağlı olarak metabolitlerde (kısa zincirli yağ asitleri, vitamin ve laktik asit sentezi) artışlar nedeniyle postbiyotik etki artmış olacaktır.

Tam olgunlaşmamış buğday unundaki fruktooligosakkariti daha yüksek oranda içeren yoğurt örnekleri hazırlamak ve katkının örneğin her yerine eşit dağılmasını sağlamak için pıhtısı kırılmış yoğurtlara zenginleştirme yapılabilir.

Tam olgunlaşmamış buğday ilavesiyle yoğurttaki açığa çıkan tahıl tadının maskelenmesine yönelik çeşitli meyve konsantreleri kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- AACC, 1990, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 8th Ed. . St. Paul, MN.
- AACC, 2001, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Fructans in Foods and Food Products-Ion Exchange Chromatographic Method. St.Paul.
- Abernethy, R. H., Paulsen, G. M. ve Ellis, R., 1973, Relationship among phytic acid, phosphorus, and zinc during maturation of winter wheat, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 20, 282-284.
- Abou-Donia, S. A. ve Salam, A. E., 1981, Faba bean information service, 3, 62.
- Abou-Guendia, M. ve D'Appolonia, B. L., 1972, Changes in carbohydrate components during wheat maturation .I. changes in free sugars, *American Association of Cereal Chemists*, 49, 664-676.
- Abou Donia, S. A. ve Salam, A. E., 1982, Enrichment of Zabadi with faba bean extract, *Indian Journal of Dairy Science*, 35 (3), 225-227.
- Achanta, K., Aryana, K. J. ve Boeneke, C. A., 2007, Fat free plain set yogurts fortified with various minerals, *LWT- Food Science and Technology*, 40 424-429.
- Adolfsson, O., Meydani, S. N. ve Russell, R. M., 2004, Yogurt and gut function, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 80, 245-256.
- Agil, R., Gaget, A., Gliwa, J., Avis, T. J., Willmore, W. G. ve Hosseinian, F., 2013, Lentils enhance probiotic growth in yogurt and provide added benefit of antioxidant protection, *LWT-Food Science and Technology*, 50 (1), 45-49.
- Akalın, A. S., Fenderya, S. ve Akbulut, N., 2004, Viability and activity of bifidobacteria in yoghurtcontaining fructooligosaccharide during refrigeratedstorage, *International Journal of Food Science and Technology*, 39, 613-621.
- Akalın, A. S., Göncü, S., Ünal, G. ve Fenderya, S., 2007, Effects of fructooligosaccharide and whey protein concentrate on the viability of starter culture in reduced-fat probiotic yogurt during storage, *Journal of Food Science*, 72 (7), 222-227.
- Akın, N., 1994, Filtration Methods for Making Turkish Süzme (Thick) Yogurt, *Loughborough University of Thecnology*, Loughborough, UK.
- Akın, N., 2006, Modern Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi *Konya Damla ofset*, p. 1-5.
- Aktaş, K., Demirci, T. ve Akın, N., 2015, Chemical Composition and Microbiological Properties of Tarhana Enriched with Immature Wheat Grain, *Journal of Food Prosessing and Preservation*, 39 (6), 3014–3021.

- Allgeyer, L. C., Miller, M. J. ve Lee, S. Y., 2010, Drivers of liking for yogurt drinks with prebiotics and probiotics, *Journal of Food Science*, 75, 212-219.
- Amatayakul, T., Sherkat, F. ve Shah, N. P., 2006, Syneresis in set yogurt as affected by EPS starter cultures and levels of solids, *International Journal of Dairy Technology*, 59 (3), 216-221.
- Anderson, J. J. B., 2004, Minerals, In: Krause's food, nutrition and diet therapy Eds: Mahan , L. K. ve Stump, S. E., 11th ed.: Elsevier, p. 1321.
- Anonim, 1997, Yoghurt: enumeration of characteristic microorganisms-colony count technique at 37 degrees C. FILIDF Standard, vol. 117B, 4p. Brussels. Belgium: International Dairy Federation.
- Anonim, 2006, Yoğurt Standardı. TS 1330, Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- Anonim, 2009a, Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği. Tebliğ No: 2009/25.
- Anonim, 2009b, Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt Ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği. Tebliğ No: 2000/6.
- Anonim, 2016, TÜİK Süt ürünleri istatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=85&locale=tr> [14.03.2017].
- Anonim, 2017, Color Meters and Appearance Instruments Information, http://www.globalspec.com/learnmore/manufacturing_process_equipment/inspection_tools_instruments/color_appearance_instruments, [03.05.2017].
- AOAC, 1998, Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA.
- AOCC, 2002, Official Methods of Analysis. Fat content and raw and pasteurized whole milk gerber method by weight (method I).
- Aportela-Palacios, A., Sosa-Morales, M. E. ve Vélez-Ruiz, J. F., 2005, Rheological and physicochemical behavior of fortified yogurt, with fiber and calcium *Journal of Texture Studies*, 36 333-349.
- Audisio, M. C., Oliver, G. ve Apella, M. C., 2001, Effect of different complex carbon sources on growth and bacteriocin synthesis of *Enterococcus faecium*, *International Journal of Food Microbiology*, 63, 235-241.
- Ayar, A., Sert, D. ve Kalyoncu, H., 2006, Physical chemical, nutritional and organoleptic characteristics of fruit added yogurts, *Journal of Food Technology*, 4 (1), 44-49.
- Badings, H. T. ve Neeter, R., 1980, Recent advances in the study of aroma compounds of milk and dairy products, *Netherlands Milk and Dairy Journal*, 34 (1), 9-30.

- Baladura, E., 2011, Süzme yoğurtlarının fonksiyonel özelliklerinin artırılmasında bazı diyet liflerin kullanılması üzerine araştırmalar, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 74.
- Beal, C., Skokanova, J., Latrille, E., Martin, N. ve Corrie, G., 1999, Combined effects of culture conditions and storage time on acidification and viscosity of stirred yogurt, *Journal of Dairy Science*, 82, 673-681.
- Beermann, C. ve Hartung, J., 2013, Physiological properties of milk ingredients released by fermentation, *Food & Function*, 4 (2), 185-199.
- Beshkova, D., Simova, E., Frengova, G. ve Simov, Z., 1988, Production of flavour compounds by yogurt starter cultures, *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 20, 180-184.
- Bilgiçli, N., 2002, Fitik asitin beslenme açısından önemi ve fitik asit miktarı düşürülmüş gıda üretim metotları *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (30), 79-83.
- Birollo, G. A., Reinheimer, J. A. ve Vinderola, G. C., 2000, Viability of lactic acid microflora in different types of yoghurt, *Food Research International*, 33, 799-805.
- Blois, M. S., 1958, Antioxidant determinations by the use of stable free radical, *Nature Materials*, 4617, 1199-1200.
- Bos, C., Gaudichon, C. ve Tome, D., 2000, Nutritional and physiological criteria in the assessment of milk protein quality for humans, *Journal of the American College of Nutrition* 19 (2 Suppl.), 191-205.
- Bosnea, L. A., Kourkoutas, Y., Albantaki, N., Tzia, C., Koutinas, A. A. ve Kanellaki, M., 2009, Functionality of freeze-dried L. casei cells immobilized on wheat grains, *LWT - Food Science and Technology*, 42 (10), 1696-1702.
- Bottazzi, V., Battistotti, B. ve Montescani, G., 1973, Influence of single and associated strains of *L. bulgaricus* and *Str. thermophilus* as well as milk treatments on the production of acetaldehyde in yogurt, *Lait*, 53, 295-308.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. ve Berset, C., 1995, Use of free radical method to evaluate antioxidant activity, *Lebensm Wiss Technology*, 28, 25-30.
- Bruno, F. A., Lankaputhra, W. E. V. ve Shah, N. P., 2002, Growth, Viability and Activity of Bifidobacterium spp. in Skim Milk Containing Prebiotics, *Journal of Food Science*, 67 (7), 2740-2744.
- Buttriss, J., 1997, Nutritional properties of fermented milk products, *International Journal of Dairy Technology*, 50, 21-27.

- Casiraghi, M. C., D'Egidio, M. G., Zardi, M., Pagani, M. A. ve Cecchini, C., 2006, Technological and nutritional properties of bakeryproducts enriched with immature wheat grain, *Tec Mol Int*, 57, 123-131.
- Casiraghi, M. C., Zanchi, R., Canzi, E., Pagani, M. A., Benini, T. V. L. ve D'Egidio, M. G., 2011, Prebiotic potential and gastrointestinal effects of immature wheat grain (IWG) biscuits, *Antonie van Leeuwenhoek*, 99, 795-805.
- Casiraghi, M. C., Pagani, M. A., Erba, D., Marti, A., Cecchini, C. ve D'egidio, M. G., 2013, Quality and nutritional properties of pasta products enriched with immature wheat grain, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64 (5), 631-637.
- Charalampopoulos, D., Wang, R., Pandiella, S. S. ve Webb, C., 2002, Application of cereals and cereal components in functional foods: a review, *International Journal of Food Microbiology*, 79 (1-2), 131-141.
- Chau, C. F. ve Huang, Y. L., 2003, Comparison of the chemical composition and physicochemical properties of different fibers prepared from the peel of *Citrus sinensis* L. Cv. Liucheng, *Journal Agr. Food Chem*, 51 (9), 2615-2618.
- Chaves, A. C. S. D., Fernandez, M., Lerayer, A. L. S., Mierau, I., Kleerebezem, M. ve Hugenholtz, J., 2002, Metabolic engineering of acetaldehyde production by *Streptococcus thermophilus*, *Appl. Environ. Microbiol.*, 68 (11), 5656-5662.
- Chen, M., Sun, Q., Giovannucci, E., Mozaffarian, D., Manson, J. E., Willett, W. C. ve Hu, F. B., 2014, Dairy consumption and risk of type 2 diabetes: 3 cohorts of US adults and an updated metaanalysis, *BMC Medicine*, 12, 215.
- Cho, S. ve Dreher, M., 2001, CRC Handbook of dietary fiber., p. 4789.
- Cimini, S., Locato, V., Vergauwen, R., Paradiso, A., Cecchini, C., Vandenpoel, L., Verspreet, J., Courtin, C. M., D'Egidio, M. G., Van den Ende, W. ve De Gara, L., 2015, Fructan biosynthesis and degradation as part of plant metabolism controlling sugar fluxes during durum wheat kernel maturation, *Frontiers in Plant Science*, 6 (89), 1-10.
- Coisson, J., Travaglia, F., Piana, G., Capasso, M. ve Arlorio, M., 2005, *Euterpe oleracea* juice as a functional pigment for yogurt, *Food Research International*, 38, 893-897.
- Collins, J. L., Ebah, C. B., Mount, J. R., Demott, B. J. ve Draughon, F. A., 1991a, Production and evaluation of milk-sweet potato mixtures fermented with yogurt bacteria, *Journal of Food Science*, 56, 685-688.
- Collins, J. L., Ebah, C. B., Mount, J. R., Draughon, F. A. ve Demott, B. J., 1991b, Proximate, nutritional and microbiological analyses of milk-sweet potato mixtures fermented with yogurt bacteria, *Journal of Food Science*, 56 (3), 682-684.

- Coman, M. M., Verdenelli, M. C., Cecchini, C., Silvi, S., Vasile, A., Bahrim, G. E., Orpianesi, C. ve Cresci, A., 2013, Effect of buckwheat flour and oat bran on growth and cell viability of the probiotic strains *Lactobacillus rhamnosus* IMC 501®, *Lactobacillus paracasei* IMC 502® and their combination SYN BIO®, in synbiotic fermented milk, *International Journal of Food Microbiology*, 167 (2), 261-268.
- Cornejo, F. ve Rosell, C., M., 2015a, Influence of germination time of brown rice in relation to flour and gluten free bread quality, *Journal of Food Science and Technology*, 52 (10), 6591-6598.
- Cornejo, F. ve Rosell, C. M., 2015b, Physicochemical properties of long rice grain varieties in relation to gluten free bread quality, *LWT - Food Science and Technology*, 62, 1203-1210.
- Curioni, P. M. G. ve Bosset, J. O., 2002, Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry, *International Dairy Journal*, 12 (12), 959-984.
- D'Egidio, M. G., Cecchini, C., Corradini, C., Donini, V., Pignatelli, V. ve Cervigni, T., 1997, Cereals Novel uses and processes. Utilisation of immature durum wheat. , *New York*, Plenum Press, p. 143-151.
- D'Egidio, M. G., Cecchini, C., Desiderio, E. ve Cervigni, T., 1998, Immature wheat grains as functional food, *Mendel University of Agriculture and Forestry*, p. 106-110.
- D'Egidio, M. G. ve Cecchini, C., 1998 Immature wheat grains as functional foods, *Italian Food and Beverage Technology*, 14, 34.
- D'Egidio, M. G., Pagani, M. A., Casiraghi, M. C., Zanchi, R. ve Cecchini, C., 2007, Fructans in durum wheat: an opportunity for functional foods, In: Proceedings of the C&E spring meeting: consumer driven cereal innovation: where science meet industry, Eds, *St Paul, MN: AACC International*, p. 190.
- Dalgleish, D. G. ve Corredig, M., 2012, The structure of the casein micelle of milk and its changes during processing, *The Annual Review of Food Science and Technology*, 3, 449-467.
- Damin, M. R., Alcântara, M. R., Nunes, A. P. ve Oliveira, M. N., 2009, Effects of milk supplementation with skim milk powder, whey protein concentrate and sodium caseinate on acidification kinetics, rheological properties and structure of nonfat stirred yogurt, *Food Science and Technology*, 42 (10), 1744-1750.
- Dave, R. I. ve Shah, N. P., 1998, The influence of ingredient supplementation on the textural characteristics of yogurt, *Australien Journal of Dairy Technonlogy*, 53 180-184.

- De Brabandere, A. G. ve De Baerdemaeker, J. G., 1999, Effects of process conditions on the pH development during yogurt fermentation *Journal of Food Engineering*, 41 221-227.
- De la Fuente, M. A., Montes, F., Guerrero, G. ve Juarez, M., 2003, Analytical, Nutritional and Clinical Methods, Total and soluble contents of calcium, magnesium, phosphorus and zinc in yoghurts, *Food Chemistry*, 80, 573-578.
- De Lange, D. J., Joubert, C. P. ve Du Preez, S. F. M., 1961, The determination of phytic acid and factors which influence its hydrolysis in bread, *Proc. Nutr Soc. South. Afr.*, 2, 69-76.
- Debon, J., Prudêncio, E. S. ve Cunha Petrus, J. C., 2010, Rheological and physico-chemical characterization of prebiotic microfiltered fermented milk, *Journal of Food Engineering*, 99 (2), 128-135.
- Dexter, J. E. ve Matsuo, R. R., 1977, The spaghetti-making quality of developing durum wheats, *Canadian Journal of Plant Science*, 57, 7-16.
- Diaz-Lopez, A., Bullo, M., Martinez-Gonzalez, M. A., Corella, D., Estruch, R., Fito, M., Gomez-Gracia, E., Fiol, M., Garcia de la Corte, F. J., Ros, E., Babio, N., Serra-Majem, L., Pinto, X., Munoz, M. A., Frances, F., Buil-Cosiales, P. ve Salas-Salvado, J., 2015, Dairy product consumption and risk of type 2 diabetes in an elderly Spanish Mediterranean population at high cardiovascular risk, *European Journal of Nutrition*, 55 (1), 349-360.
- Dinkci, N., 2012, The influence of transglutaminase treatment on functional properties of strained yoghurt, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11 (13), 2238-2246.
- Donkor, O. N., Nilmini, S. L. I., Stolic, P., Vasiljevic, T. ve Shah, N. P., 2007, Survival and activity of selected probiotic organisms in set-type yoghurt during cold storage, *International Dairy Journal*, 17, 657-665.
- Dordevic, T. M., Siler-Marinkovic, S. S. ve Dimitrijevic-Brankovic, S. I., 2010, Effect of fermentation on antioxidant properties of some cereals and pseudo cereals, *Food Chemistry*, 119, 957-963.
- Dumont, J. P. ve Adda, J., 1973, Méthode rapide d'étude des composés très volatils de l'arôme des produits laitiers. Application au yoghourt, *Lait*, 53, 12-22.
- Elgün, A. ve Ergutay, Z., 1995, Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:718, Erzurum, p. 376.
- Escalada, J. A. ve Moss, D. N., 1976, Changes in nonstructural carbohydrate fractions of developing spring wheat kernels, *Crop Sciences Des Aliments*, 16, 627-631.

- Espírito-Santo, A. P., Lagazzo, A., Sousa, A. L. O. P., Perego, P., Converti, A. ve Oliveira, M. N., 2013, Rheology, spontaneous whey separation, microstructure and sensorial characteristics of probiotic yoghurts enriched with passion fruit fiber, *Food Research International*, 50, 224-231.
- Espírito Santo, A. P., Cartolano, N. S., Silva, T. F., Soares, F. A. S. M., Gioielli, L. A., Perego, P., Converti, A. ve Oliveira, M. N., 2012a, Fibers from fruit by-products enhance probiotic viability and fatty acid profile and increase CLA content in yoghurts, *International Journal of Food Microbiology*, 154, 135-144.
- Espírito Santo, A. P., Perego, P., Converti, A. ve Oliveira, M. N., 2012b, Influence of milk type and addition of passion fruit peel powder on fermentation kinetics, texture profile and bacterial viability in probiotic yoghurts, *Food Science and Technology International*, 47, 393-399.
- Fagbemi, T. N., Oshodi, A. A. ve Ipinmoroti, K. O., 2005, Processing effects on some antinutritional factors and *in vitro* multienzyme protein digestibility (IVPD) of three tropical seeds: Breadnut (*Artocarpus altilis*), Cashewnut (*Anacardium occidentale*) and fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*) *Pakistan Journal of Nutrition*, 4 (4), 250-256.
- Fairbanks, V. F., 1994, Iron in medicine and nutrition, In: Modern nutrition in health and disease Eds: Shils, M. E., Olson, J. A. ve Shike, M., 8th, *Philadelphia: Lea and Febiger*, p. 185-213.
- Fajardo-Lira, C., García-Garibay, M., Wachter-Rodarte, C., Farrés, A. ve Marshall, V. M., 1997, Influence of water activity on the fermentation of yogurt made with extracellular polysaccharide-producing or non-producing starters, *International Dairy Journal*, 7 (4), 279-281.
- Farnworth, E. R., 2003, Handbook of Fermented Functional Foods, *Boca Raton, FL*, CRC Press, p.
- Febles, C. I., Arias, A., Hardisson, A. ve Sierra, A., 2002, Phytic acid level in wheat flours, *Journal of Cereal Science*, 36 (1), 19-23.
- Feller, E., Cescatti, G., Seppi, A., Avaneini, A., Giacomelli, F. ve Bossi, M. G., 1990, Yoghurt. Nutritional, microbiological and biochemical characteristics *Latte 15*, 15, 674-683.
- Fernández-García, E. ve McGregor, J. U., 1997, Fortification of sweetened plain yogurt with insoluble dietary fiber, *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 204 (6), 433-437.
- Fernández-García, E., McGregor, J. U. ve Traylor, S., 1998, The addition of oat fiber and natural alternative sweeteners in the manufacture of plain yogurt, *Journal of Dairy Science*, 81 (3), 655-663.
- Fox, P. F., 1989, The milk protein system. In Developments in Dairy Chemistry In P. F. Fox (Ed.). *Functional Milk Proteins*, London p.

- Franck, A., 2002, Technological functionality of inulin and oligofructose, *British Journal of Nutrition*, 87, 287-291.
- Freeland Graves, J. H. ve Trotter, P. J., 2003, Minerals dietary importance, In: *Encyclopedia of Food sciences and nutrition*, Eds, 2nd, *San Diego, CA, London*: Academic press, p. 4005-4012.
- Garcia-Perez, F. J., Lario, Y., Fernandez-Lopez, J., Sayas, E., Perez-Alvarez, J. A. ve Sendra, E., 2005, Effect of orange fiber addition on yogurt color during fermentation and cold storage, *Industrial Applications*, 30 (6).
- Garcia-Perez, F. J., Sendra E., L., Y., , Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E. ve Perez-Alvarez, J. A., 2006, Rheology of orange fiber enriched yogurt, *Milchwissenschaft journal*, 61, 55-59.
- Garcia Martinez, M., Sanchez Segarra, P. J., Gordillo Otero, M. J., Amaro Lopez , M. A. ve Moreno-Rojas, R., 1998, Valoracion nutricional de la composicion mineral de yogures enteros aromati-zados, *Alimentaria*, 297, 73-76.
- Garvie, E., 1978, Lactate dehydrogenases of *Streptococcus thermophilus*, *Journal of Dairy Research*, 45 (3), 515-518.
- Georgala, A. I. K., Tsakalidou, E., Kandarakis, I. ve Kalantzopoulos, G., 1995, Flavour production in ewe's milk and ewe's milk yogurt, by single strains and combinations of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, isolated from traditional Greek yoghurt, *Le Lait*, 75, 271-279.
- Gibson, G. R. ve Roberfroid, M. B., 1995, Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics, *Journal of Nutrition*, 125 (6), 1401-1412.
- Gibson, G. R., 2004, Fibre and effects on probiotics (the prebiotic concept), *Clinical Nutrition Supplements*, 1, 25-31.
- Gonzalez, N. J., Adhikari, K. ve Madriz, M. F. S., 2011, Sensory characteristics of peach-flavored yogurt drinks containing prebiotics and synbiotics, *LWT - Food Science and Technology*, 44, 158-163.
- Gonzalez, S., Morata de Ambrosini, V., Manca de Nadra, M., Pesce de Ruiz Holgado, A. ve Oliver, G., 1994, Acetaldehyde production by strains used as probiotics in fermented milk, *Journal of Food Protection*, 57 (5), 436-440.
- Guggisberg, D., Cuthbert-Steven, J., Piccinali, P., Bütikofer, U. ve Eberhard, P., 2009, Rheological, microstructural and sensory characterization of low-fat and whole milk set yoghurt as influenced by inulin addition, *International Dairy Journal*, 19 (2), 107-115.
- Guichard, E., 2002, Interactions between flavour compounds and food ingredients and their influence on flavor perception, *Food Reviews International*, 18 49-70.

- Gurr, M. I., 1987, Nutritional aspects of fermented milk products *FEMS Microbiology Reviews*, 46, 337-342.
- Güler, Z., Taşdelen, A., Şenol, H., Kerimoğlu, N. ve Temel, U., 2009, The determination of volatile compounds in set type yogurts using static headspace gas chromatographic method, *Gıda*, 34 (3), 137-142.
- Günenç, A., HadiNezhad, M., Tamburic-Ilincic, L., Mayer, P. M. ve Hosseinian, F., 2013, Effects of region and cultivar on alkylresorcinols content and composition in wheat bran and their antioxidant activity, *Journal of Cereal Science*, 57 (3), 405-410.
- Gürbüz, F., Başpınar, E., Çaamdeviren, H. ve Keskin, S., 2003, Tekrarlanan ölçümlü deneme düzenlerinin analizi, 6. Bölüm *Van, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Matbaası*, p. 120.
- Habiba, R. A., 2002, Changes in anti-nutrients, protein solubility, digestibility, and HCl-extractibility of ash and phosphorus in vegetable peas as affected by cooking methods, *Food Chemistry*, 77, 187-192.
- Hashim, I. B., Khalil, A. H. ve Afifi, H. S., 2009, Quality characteristics and consumer acceptance of yogurt fortified with date fibre, *Journal of Dairy Science*, 92 (11), 5403-5407.
- Hassan, F. A. M., Samira, S. M. ve Enab, A. K., 2001 Preparation of dairy products enriched with sea same seed protein, *Egypt. J. Food Sci.*, 29, 79-93.
- Haug, W. ve Lantzsch, H. J., 1983 Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal product, *J.Sci.Food Agric.*, 34, 1423-1426.
- Heaney, R. P., Abrams, S., Dawson-Hughes, B., Looker, A., Marcus, R., Matkovic, V. ve Weaver, C., 2000, Peak bone mass, *Osteoporos International*, 11 (12), 985-1009.
- Hernández-Ledesma, B., Miralles, B., Amigo, L., Ramos, M. ve Recio, I., 2005, Identification of antioxidant and ACE-inhibitory peptides in fermented milk, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1041-1048.
- Hickey, M. W., Hillier, A. J. ve Jago, G. R., 1986, Transport and metabolism of lactose, glucose, and galactose in homofermentative Lactobacilli, *Applied and Environmental Microbiology*, 51 (4), 825-831.
- Hidaka, H., Eida, T., Takizawa, T., Tokunaga, T. ve Tashiro, Y., 1986, Effects of fructooligosaccharides on intestinal flora and human health, *Bifidobacteria Microflora*, 5 (1), 37-50.
- Hidaka, H., Hirayama, M. ve Yamada, K., 1991, Fructooligosaccharides enzymatic preparation and biofunctions, *Journal of Carbohydrate Chemistry*, 10, 509-522.

- Holzappel, W. H. ve Schillinger, U., 2002, Introduction to pre- and probiotics, *Food Research International*, 35, 109-116.
- Hoppert, K., Zahn, S., Jänecke, L., Mai, R., Hoffmann, S. ve Rohm, H., 2013, Consumer acceptance of regular and reduced-sugar yogurt enriched with different types of dietary fiber, *International Dairy Journal*, 28 (1), 1-7.
- Hurrell, R. F., 2003, Influence of vegetable protein sources on trace element and mineral bioavailability, *Journal of Nutrition*, 133, 2973-2977.
- Hussein, M. M., Hassan, F. A. M., Daym, H. H., Salama, A., Enab, A. K. ve Abd El-Galil, A. A., 2011, Utilization of some plant polysaccharides for improving yoghurt consistency, *Annals of Agricultural Science*, 56 (2), 97-103.
- Iametti, S., Bonomi, F., Pagani, M. A., Zardi, M., Cecchini, C. ve D'Egidio, M. G., 2006, Properties of the protein and carbohydrate fractions in immature wheat kernels, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 10239-10244.
- İbrahim, M. K. E., El-Abd, M. M., Mehriz, A. M. ve Ramadan, F. A. M., 1993, Preparation and properties of guava milk beverage, *Egyptian Journal of Dairy Science*, 21, 245.
- İşleten, M. ve Karagül-Yüceer, Y., 2008 Effects of functional dairy based proteins on nonfat yogurt quality *Journal of Food Quality*, 31 (265-280).
- Jackson, K. G., Taylor, G. R. J., Clohessy, A. M. ve Williams, C. M., 1999, The effect of the daily intake of inulin on fasting lipid, insulin and glucose concentrations in middle-aged men and women, *British Journal of Nutrition*, 82, 23-30.
- Jenkins, D. J., Wolever, T. M., Taylor, R. H., Barker, H., Fielden, H., Baldwin, J. M., Bowling, A. C., Newman, H. C., Jenkins, A. L. ve Goff, D. V., 1981, Glycemic index of foods: A physiological basis for carbohydrate exchange, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 34 (3), 362-366.
- Jenkins, D. J. A., Kendall, C. W. C. ve Vuksan, V., 1999, Inulin, oligofructose and intestinal function, *Journal of Nutrition*, 129, 1431-1433.
- Jennings, A. C. ve Morton, R. K., 1962, Changes in carbohydrate, protein and non-protein nitrogenous compounds of developing wheat grain, *Australian Journal of Biological Sciences*, 16 (2), 318-331.
- Jimenez, A., Rodriguez, R., Fernandez-Caro, I., Guillen, R., Fernandez-Bola Nos, J. ve Heredia, A., 2000, Dietary fibre content of table olives processed under different European styles: Study of physicochemical characteristics. , *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 1903- 1908.
- Joung, J. Y., Lee, J. Y., Ha, Y. S., Shin, Y. K., Kim, Y., Kim, S. H. ve Oh, N. S., 2016, Enhanced microbial, functional and sensory properties of herbal yogurt fermented with Korean traditional plant extracts, *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 36 (1), 90-99.

- Kalab, M., Allan-Wojtas, P. ve Phipps-Todd, B. E., 1983, Development of microstructure in set-style nonfat yoghurt - A review, *Food Microstruct*, 2, 51-66.
- Kalender, M. ve Güzeller, N., 2014, Farklı oranlarda inülin ilavesinin yağı azaltılmış süzme yoğurtların bazı kalite özellikleri üzerine etkisi, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29 (1), 21-34.
- Kaminarides, S., Stamou, P. ve Massouras, T., 2007, Comparison of the characteristics of set type yoghurt made from ovine milk of different fat content, *Int. J. Food Sci. Technol.*, 42 (9), 1019-1028.
- Kaplan, H. ve Hutkins, R. W., 2000, Fermentation of Fructooligosaccharides by Lactic Acid Bacteria and Bifidobacteria, *Applied and Environmental Microbiology*, 66 (6), 2682-2684.
- Karlen, D. L. ve Whitney, D. A., 1980, Dry matter accumulation, mineral concentrations, and nutrient distribution in winter wheat, *Agronomy Journal*, 72 (2), 281-288.
- Katina, K., Laitila, A., Juvonen, R., Liukkonen, K. H., Kariluoto, S., Piironen, V., Landberg, R., Aman, P. ve Poutanen, K., 2007, Bran fermentation as a means to enhance technological properties and bioactivity of rye, *Food Microbiology*, 24, 175-186.
- Kaur, H., Mishra, H. N. ve Kumar, P., 2009, Textural properties of mango soy fortified probiotic yoghurt: optimisation of inoculum level of yoghurt and probiotic culture, *International Journal of Food Science & Technology*, 44 (2), 415-424.
- Khan, N., Choi, J. Y., Nho, E. Y., Hwang, I. M., Habte, G., Khan, M. A., Park, K. S. ve Kim, K. S., 2014, Determination of Mineral Elements in Milk Products by Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, *Analytical Letters*, 47 (9), 1606-1613.
- Kim, J. K. ve Kim, S. K., 2016, Antioxidant and antiproliferative activities in immature and mature wheat kernels, *Food Chemistry*, 196, 638-645.
- King, J. C. ve Keen, C. L., 1994, Zinc, In: Modern nutrition in health and disease, Eds: Shils, M. E., Olson, J. A. ve Shike, M., 8th, *Philadelphia: Lea and Febiger*, p. 215-230.
- Kolars, J. C., Levitt, M. D., Aouji, M. ve Savaiano, D. A., 1984, Yogurt-an autodigesting source of lactose, *New England Journal of Medicine*, 310, 1-3.
- Kristo, E., Biliaderis, C. G. ve Tzanetakis, N., 2003, Modelling of the acidification process and rheological properties of milk fermented with a yogurt starter culture using response surface methodology, *Food Chemistry*, 83 (3), 437-446.

- Kudoh, Y. ve Matsuda, S., 2000a, Effect of lactic acid bacteria on color tone and anthocyanin content of sweet potato yoghurt, *Journal Of The Japanese Society For Food Science And Technology*, 47 (8), 619-625.
- Kudoh, Y. ve Matsuda, S., 2000b, Effect of lactic acid bacteria on antioxidative activity of sweet potato yogurt, *Journal Of The Japanese Society For Food Science And Technology*, 47 (9), 727-730.
- Küçüköner, E. ve Tarakçı, Z., 2003, Influence of different fruit additives on some properties of stirred yoghurt during storage *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, 13 (2), 97-101.
- Lakemonda Catriona, M. M. ve van Vliet, T., 2007 Acid skim milk gels: the gelation process as affected by preheating pH, *International Dairy Journal*, 18, 574-584.
- Law, B. A., 1981, The formation of aroma and flavour compounds in fermented dairy product, *Dairy Science Abstract*, 43, 143-154.
- Lee, J. H., Diono, R., Kim, G. Y. ve Mind, D. B., 2003, Optimization of solid phase microextraction analysis for the headspace volatile compounds of parmesan cheese, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (5), 1136-1140.
- Lee, W. J. ve Lucey, J. A., 2003, Rheological properties, whey separation, an microstructure in set-style yogurt: effects of heating temperature and incubation temperature, *Journal of Texture Studies*, 34 (5-6), 515-536.
- Lee, W. J. ve Lucey, J. A., 2004, Structure and physical properties of Yogurt gels: effect of inoculation rate and incubation temperature, *Journal of Dairy Science*, 87 (10), 3153-3164.
- Lee, W. J. ve Lucey, J. A., 2010, Formation and physical properties of yogurt, *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23 (9), 1127-1136.
- Lees, G. J. ve Jago, G. R., 1976, Formation of acetaldehyde from threonine by lactic acid bacteria, *Journal of Dairy Research*, 43 (1), 75-83.
- Lees, R., 1968, Laboratory handbook of methods of food analysis, Leonard Hill Books, p. 181.
- Lewis, D. H., 1993, Nomenclature and diagrammatic representation of oligomeric fructans- A paper for discussion, *New Phytol.*, 124, 583-594.
- Lin, M. Y. ve Yen, C. L., 1999, Antioxidative ability of lactic acid bacteria, *J Agric Food Chem*, 47 (4), 1460-1466.
- Liu, C. Y., Shepherd, K. W. ve Rathjen, A. J., 1996, Improvement of durum wheat pastamaking and breadmaking qualities, *Cereal Chemistry*, 73 (2), 155-166.

- Liu, X. T., Zhang, H., Wang, F., Luo, J., Guo, H. Y. ve Ren, F. Z., 2014, Rheological and structural properties of differently acidified and renneted milk gels, *Journal of Dairy Science*, 97 (6), 3292-3299.
- Lolas, G. M., Palamidis, n. ve Markakis, P., 1976, The phytic acid-total phosphorus relationship in barleys, oats, soybeans and wheat, *Cereal Chemistry*, 53 (6), 867-871.
- Lott, J. N. A., Ockenden, I., Raboy, V. ve Batten, G. D., 2000, Phytic acid and phosphorus in crops seeds and fruits: a global estimate, *Seed Science Research*, 10, 11-33.
- Lourens-Hattingh, A. ve Viljoen, B. C., 2001, Yogurt as probiotic carrier food, *International Dairy Journal*, 11, 1-17.
- Lucey, J. A., Munro, P. A. ve Singh, H., 1998a, Whey separation in acid skim milk gels made with glucono- δ -lactone: Effects of heat treatment and gelation temperature, *Journal of Texture Studies*, 29, 413-426.
- Lucey, J. A., Tamehana, M., Singh, H. ve Munro, P. A., 1998b, A comparison of the formation, rheological properties and microstructure of acid skim milk gels made with a bacterial culture or glucono- δ -lactone, *Food Research International*, 31 (2), 147-155.
- Lucey, J. A., 2001 The relationship between rheological parameters and whey separation in acid milk gels *Food Hydrocolloids*, 15, 603-608.
- Lukow, O. M., Suchy, J., Adams, K., Brown, D., DePauw, R., Fox, S., Humphreys, G., McCaig, T. ve White, N., 2011, Effect of Wheat Maturity and Post-Harvest Temperature Treatments on the Quality of Grain and End-Products, *Journal of AgroCrop Science*, 2 (2), 15-22.
- Mahdian, E. ve Tehrani, M. M., 2007, Evaluation the effect of milk total solids on the relationship between growth and activity of starter cultures and quality of concentrated yoghurt, *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 2 (5), 587-592.
- Marafon, A. P., Sumi, A., Granato, D., Alcântara, M. R., Tamime, A. Y. ve Nogueira de Oliveira, M., 2011, Effects of partially replacing skimmed milk powder with dairy ingredients on rheology, sensory profiling, and microstructure of probiotic stirred-type yogurt during cold storage, *Journal of Dairy Science*, 94 (11), 5330-5340.
- Maskan, M., 2001, Efect of maturation and processing on water uptake characteristics of wheat, *Journal of Food Engineering*, 47 (1), 51-57.
- Maskan, M., 2002, Effect of processing on hydration kinetics of three wheat products of the same variety, *Journal of Food Engineering*, 52 337-341.

- Mattar, R., de Campos Mazo, D. F. ve Carrilho, F. J., 2012, Lactose intolerance: diagnosis, genetic, and clinical factors, *Clinical and Experimental Gastroenterology*, 5, 113-121.
- Matumoto-Pintro, P. T., Rabiey, L., Robitaille, G. ve Britten, M., 2011 Use of modified whey protein in yoghurt formulations, *International Dairy Journal*, 21, 21-26.
- McCann, T. H., Fabre, F. ve Day, L., 2011, Microstructure, rheology and storage stability of low-fat yoghurt structured by carrot cell wall particles, *Food Research International*, 44, 884 -892.
- McCue, P. ve Shetty, K., 2003, Role of carbohydrate-cleaving enzymes in phenolic antioxidant mobilization from whole soybean fermented with *Rhizopus oligosporus*, *Food Biotechnology*, 17, 27-37.
- Mckinley, M. C., 2005, The nutrition and health benefits of yoghurt, *International Journal of Dairy Technology*, 58, 1-12.
- McLellan, M. R., Lind, R. ve Kime, R. W., 1995, Hue angle determinations and statistical analysis for multiquadrant hunter L, a, b data *Journal of Food Quality*, 18 (3), 235-240.
- Medeiros, A. C., Souza, D. F. ve Correia, R. T. P., 2015, Effect of incubation temperature, heat treatment and milk source on the yoghurt kinetic acidification, *International Food Research Journal*, 22 (3), 1030-1036.
- Mehanna, N. M. ve Gonc, S., 1988 Manufacture of yoghurt from milk fortified with whey powder, *Egyptian Journal of Dairy Science*, 6, 223-232.
- Merendino, N., D'Aquino, M., Molinaria, R., De Gara, L., D'Egidio, M. G., Paradiso, A., Cecchini, C., Corradini, C. ve Tomassi, G., 2006, Chemical characterization and biological effects of immature durum wheat in rats, *Journal of Cereal Science*, 43 (2), 129-136.
- Metin, M., 2008, Süt Ve Mamülleri Analiz Yöntemleri, *İzmir*, Ege Üniversitesi Ege Meslek Yüksekokulları Yayınları p. 439.
- Metin, M., 2012, Süt Teknolojisi, *Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir*, Ege Üniversitesi Yayınları, p. 802.
- Michel, C., Benard, C., Lahaye, M., Formaglio, D., Kaeffer, B., Quemener, B., Berot, S., Yvin, J. C., Blottiere, H. M. ve Cherbut, C., 1999, Algal oligosaccharides as functional foods: in vitro study of their cellular and fermentative effects, *Sciences Des Aliments*, 19 (3/4), 311-332.
- Misselwitz, B., Pohl, D., Frühauf, H., Fried, M., Vavricka, S. R. ve Fox, M., 2013, Lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and treatment, *United European Gastroenterology Journal*, 1 (3), 151.

- Moreno-Rojas, R., Canal Ruiz, C., Amaro-Lopez, M. A. ve Zurera-Cosano, G., 1993, The mineral composition of natural yogurt, *Alimentaria*, 239, 81-84.
- Morohashi, T., Ohta, A. ve Yamada, S., 2000, Dietary fructooligosaccharides prevent a reduction of cortical and trabecular bone following total gastrectomy in rats, *Japanese Journal of Pharmacology*, 82 (1), 54-58.
- Mujoo, R. ve Ng, P. K. W., 2003, Physicochemical properties of bread baked from flour blended with immature wheat meal rich in fructooligosaccharides, *Journal of Food Science*, 68, 2448-2452.
- Najgebauer-Lejko, D., Zmudziński, D., Ptaszek, A. ve Socha, R., 2014, Textural properties of yogurts with green tea and Pu-erh tea additive, *International Journal of Food Science and Technology*, 49, 1149–1158.
- Neviani, E., Giraffa, G., Brizzi, A. ve Carminati, D., 1995, Amino acid requirements and peptidase activities of *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Journal of Applied Microbiology*, 79 (3), 302-307.
- Ng, C. C., Wang, C. Y., Wang, Y. P., Tzeng, W. S. ve Shyu, Y. T., 2011, Lactic acid bacterial fermentation on the production of functional antioxidant herbal *Anoectochilus formosanus* Hayata, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 111, 289-293.
- Nilüfer, D. ve Boyacıoğlu, D., 2003, Süt ürünlerinde diyet liflerinin ingredyen olarak kullanımı. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu. İzmir, Türkiye: 58-65.
- Niness, K. R., 1999, Inulin and oligofructose: what are they? , *Journal of Nutrition*, 129, 1402-1406.
- O'Connor, L., Lentjes, M., Luben, R., Khaw, K.-T., Wareham, N. ve Forouhi, N., 2014, Dietary dairy product intake and incident type 2 diabetes: a prospective study using dietary data from a 7-day food diary, *Diabetologia*, 57 (5), 909-917.
- Oliveira, M. N., Sodini, I., Remeuf, F. ve Corrieu, G., 2001, Effect of milk supplementation and culture composition on acidification, textural properties and microbiological stability of fermented milks containing probiotic bacteria, *International Dairy Journal*, 11 (11-12), 935-942.
- Othman, N. B., Roblain, D., Chammen, N., Thonart, P. ve Hamdi, M., 2009, Antioxidant phenolic compounds loss during the fermentation of Chétoui olives, *Food Chemistry*, 116, 662-669.
- Ott, A., Fay, L. B. ve Chaintreau, A., 1997, Determination and origin of the aroma impact compounds of yogurt flavor, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45 (3), 850-858.
- Ott, A., Fay, L. B. ve Chaintreau, A., 1997, Determination and origin of the aroma impact compounds of yogurt flavor, *Journal agr. Food Chem.*, 45, 850-858.

- Özboy, Ö., Özkaya, B., Özkaya, H. ve Köksel, H., 2001, Effects of wheat maturation stage and cooking method on dietary fiber and phytic acid contents of firik, a wheat-based local food, *Food/Nahrung*, 45 (5), 347-349.
- Özer, B. H., Robinson, R. K., Grandison, A. S. ve Bell, A. E., 1998, Gelation properties of milk concentrated by different techniques *International Dairy Journal*, 8 793-799.
- Özer, B. H. ve Robinson, R. K., 1999, The Behaviour of Starter Cultures in Concentrated Yoghurt (Labneh) Produced by Different Techniques, *LWT-Food Science and Technology*, 32 (7), 391-395.
- Özer, B. H., 2006, Yoğurt Biyokimyası, In: Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi, Eds: Sidas Yayınları, p. 488.
- Özer, D., Akin, S. ve Özer, B., 2005, Effect of Inulin and Lactulose on Survival of Lactobacillus AcidophilusLA-5 and Bifidobacterium Bifidum BB-02 in Acidophilus-Bifidus Yoghurt, *Revista de Agaroquimica y Tecnologia de Alimentos*, 11 (1), 19-24.
- Özkılınç, A. Y., 2009, Prebiyotik Süzme Yoğurt Üretim Olanakları Üzerine Araştırmalar, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* 62.
- Öztürk, B. A. ve Öner, M. D., 1999, Production and evaluation of yogurt with concentrated Grape Juice, *Journal of Food Science*, 64 (3), 530-532.
- Paradiso, A., Cecchini, C., De Gara, L. ve D'Egidio, M. G., 2006, Functional, antioxidant and rheological properties of meal from immature durum wheat, *Journal of Cereal Science*, 43 (2), 216-222.
- Park, D. J., Oh, S., Ku, K. H., Mok, C., Kim, S. H. ve Imm, J. Y., 2005, Characteristics of yogurt-like products prepared from the combination of skim milk and soymilk containing saccharified-rice solution, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 56 (1), 23-34.
- Parvez, S., Malik, K. A., Ah Kang, S. ve Kim, H. Y., 2006, Probiotics and their fermented food products are beneficial for health, *Journal of Applied Microbiology*, 100 (6), 1171-1185.
- Pasephol, T., Small, D. M. ve Sherkat, F., 2008, Rheology and texture of set yoghurt as affected by inulin addition, *Journal of Texture Studies*, 39, 617-634.
- Peng, Y., Serra, M., Horne, D. S. ve Lucey, J. A., 2009, Effect of fortification with various types of milk proteins on the rheological properties and permeability of nonfat set yogurt *Journal of Food Science*, 74 (9), 666-673.
- Pennington, J. A. T. ve Young, B., 1990, Iron, zinc, copper, manganese, selenium, and iodine in foods from United States total dietstudy, *Journal of Food Composition and Analysis*, 3, 166-184.

- Phillips, L. G., McGrift, M. L., Barbano, D. M. ve Lawless, H. A., 1995, The influence of fat on the sensory properties, viscosity, and color of lowfat milk, *Journal of Dairy Science*, 78 (6), 1258-1266.
- Plaami, S., 1997, Myoinositol phosphates: analysis, content in foods and effects in nutrition, *Lwt-Food Science and Technology*, 30 (7), 633-647.
- Playne, M. J. ve Crittenden, R., 1996, Commercially available oligosaccharides, *British International Dairy Federation*, 313, 10-22.
- Pomeranz, Y., Finney, K. F. ve Hosney, R. C., 1966, Amino-acid composition of maturing wheat, *Journal of Science of Food and Agriculture*, 17, 485-487.
- Poolman, B., 1990, Precursor/product antiport in bacteria, *Molecular Microbiology*, 4 (10), 1629-1636.
- Preston, K. R., Kilborn, R. H., Morgan, B. C. ve Babb, J. C., 1991, Effects of frost and immaturity on the quality of a Canadian hard red spring wheat, *Cereal Chemistry*, 68 (2), 133-138.
- Prosky, L. ve Hoebregs, H., 1999, Methods to determine food inulin and oligofructose., *The Journal of Nutrition*, 129, 1418-1423.
- Ramirez-Santiago, C., Ramos-Solis, L., Lobato-Calleros, C., Peña-Valdivia, C., Vernon-Carter, E. J. ve Alvarez-Ramírez, J., 2010, Enrichment of stirred yogurt with soluble dietary fiber from *Pachyrhizus erosus* L. Urban: Effect on syneresis, microstructure and rheological properties, *Journal of Food Engineering*, 101, 229-235.
- Rao, D. R., Pulsani, S. R. ve Chavan, C. B., 1988, *International journal of food science and thecnology*, 23, 195.
- Rao, V. A., 2001, The prebiotic properties of oligofructose at low intake levels, *Nutrition Research*, 21, 843-848.
- Rastall, R. A. ve Maitin, V., 2002, Prebiotics and synbiotics: towards the next generation, *Current Opinion in Biotechnology*, 13 (5), 490-496.
- Raya, R. R., Manca de Nadra, M. C., Pesce de Ruiz Holgado, A. ve Oliver, G., 1986, Acetaldehyde metabolism in lactic acid bacteria *Milchwissenschaft-Milk Science International*, 41, 397-399.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. ve Rice-Evans, C., 1999, Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay, *Free Radical Biology and Medicine*, 26 (9), 1231-1237.
- Ritsema, T. ve Smeekensy, S., 2003, Fructans: beneficial for plants and humans, *Current Opinion in Plant Biology*, 6, 223-230.

- Rivero-Urgell, M. ve Santamaria-Orleans, A., 2001, Oligosaccharides: Application in infant food, *Early Human Development*, 65, 43-52.
- Rizzello, C. G., Nionelli, L., Coda, R., , De Angelis, M. ve Gobbetti, M., 2010, Effect of sourdough fermentation on stabilisation, and chemical and nutritional characteristics of wheat germ, *Food Chemistry*, 119, 1079-1089.
- Roberfroid, M., Gibson, G. R. ve Delzenne, N., 1993, The biochemistry of oligofructose, a nondigestible fiber: an approach to calculate its caloric value, *Nutrition Reviews*, 51, 137-146.
- Roberfroid, M. B., 1997, Health benefits of non-digestible oligosaccharides, *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 427, 211-219.
- Roberfroid, M. B. ve Delzenne, N. M., 1998, Dietary fructans, *Annual Review of Nutrition*, 18, 117-143.
- Roberfroid, M. B., 2000, Fructo-oligosaccharide malabsorption: benefit for gastrointestinal functions, *Current Opinion in Gastroenterology*, 16 (2), 173-177.
- Roefs, S. P. F. M., Walstra, P., Dalgleish, D. G. ve Horne, D. S., 1985, Preliminary note on the change in casein micelles caused by acidification, *Netherlands Milk and Dairy Journal*, 39, 119 -122.
- Rohrlich, M., 1969, Getreideenzyme, *Paul Parey: Berlin*, 31.
- Rycroft, C. E., Jones, M. R., Gibson, G. R. ve Rastall, R. A., 2001, A comparative in vitro evaluation of the fermentation properties of prebiotic oligosaccharides, *Journal of Applied Microbiology*, 91 (5), 878-887.
- Sah, B. N. P., Vasiljevic, T., McKechnie, S. ve Donkor, O. N., 2016, Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage, *LWT - Food Science and Technology*, 65, 978-986.
- Saldamlı, İ. ve Babacan, S., 1996, Yoğurda besinsel lif katımı, *Gıda*, 21 (3), 185-191.
- Sanchez, L. ve Perez, M. D., 2012, Physical properties of dairy products. In: *Physical Properties of Foods: Novel Measurement Techniques and Applications* (edited by I. Arana). , Boca Raton: CRC Press., p. 355-398.
- Savaiano, D. A., 2014, Lactose digestion from yogurt: mechanism and relevance, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 99 (5 Suppl.), 1251.
- Schkoda, P., Hechler, A. ve Hinrichs, J., 2001 Influence of the protein content on structural characteristics of stirred fermented milk, *Milchwissenschaft-Milk Science International*, 56 19-22.

- Schnyder, H., Ehse, U., Bestajovsky, J., Mehrhoff, R. ve Ku-hbauch, W., 1988, Fructan in wheat kernels during growth and compartmentation in the endosperm and pericarp, *Plant Physiology*, 132, 333-338.
- Seçkin, K. A. ve Baladura, E., 2012, Effect of using some dietary fibers on color, texture and sensory properties of strained yogurt, *Gıda*, 37 (2), 63-69.
- Sendra, E., Fayos, P., Lario, Y., Fernandez-Lopez, J. A., Sayas-Barbera, E. ve Perez-Alvarez, J. A., 2008, Incorporation of citrus fibres in fermented milk containing probiotic bacteria, *Food Microbiology*, 25, 13-21.
- Sendra, E., Kuri, V., Fernandez-Lopez, J., Sayas Barbera, E., Navarro, C. ve Perez-Alvarez, J. A., 2010, Viscoelastic properties of orange fiber enriched yogurt as a function of fiber dose, size and thermal treatment, *LWT Food Sci Technol*, 43, 708-714.
- Séverin, S. ve Wenshui, X., 2005, Milk biologically active components as nutraceuticals: review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45 645-656.
- Shah, N. P., 2000, Effects of milk-derived bioactives: an overview, *British Journal of Nutrition*, 84, 3-10.
- Shah, N. P. ve Ravula, R. R., 2000, Influence of water activity on fermentation, organic acids production and viability of yogurt and probiotic bacteria, *Australian Journal of Dairy Technology*, 55 (3), 127.
- Shiban, M. S., Al-Otaibi, M. M. ve Al-Zoreky, N. S., 2012, Antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peels, *Food and Nutrition Sciences*, 3, 991-996.
- Shils, M. E., 1994, Magnesium, In: Modern nutrition in health and disease, Eds: Shils, M. E., Olson, J. A. ve Shike, M., 8th, *Philadelphia: Lea and Febiger*, p. 164-184.
- Shin, H.-S., Lee, I.-H., Pestka, J. J. ve Ustunol, Z., 2000, Growth and viability of commercial *Bifidobacterium* spp. in skim milk containing oligosaccharides and inulin, *Journal of Food Science*, 65 (5), 884-887.
- Simons, P., Versteegh, H., Jongbloed, A., Kemme, P., Slump, P., Bos, K., Wolters, M., Beudeker, R. ve Verschoor, G., 1990, Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs, *British Journal of Nutrition*, 64, 525-540.
- Skarsaune, S. K., Youngs, V. L. ve Gilles, A., 1970, Changes in wheat lipids during seed maturation. I. Physical and chemical change in the kernel, *Cereal Chemistry*, 47, 522-532.
- Skujins, S., 1998, Handbook for ICP - AES (Vartian-Vista). A Short Guide To Vista Series ICP - AES Operation. Variant Int. AG, Zug, version 1.0, Switzerland.

- Sodini, I., Montella, J. ve Tong, S. P., 2005, Physical properties of yogurt fortified with various commercial whey protein concentrates, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 853-859.
- Spiegel, J. E., Rose, R., Karabell, P., Frankos, V. H. ve Schmitt, D. F., 1994, Safety and benefits of fructooligosaccharides as food ingredients, *Food Technologi*, 48 (1), 85-89.
- Srisuvor, N., Chinprahast, N., Prakitchaiwattana, C. ve Subhimaros, S., 2013, Effects of inulin and polydextrose on physicochemical and sensory properties of low-fat set yoghurt with probiotic-cultured banana purée, *Food Science and Technology International*, 51, 30-36.
- Staffolo, M. D., Bertola, N., Martino, M. ve Bevilacqua, Y. A., 2004, Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt, *International Dairy Journal*, 14 (3), 263-268.
- Szczesniak, A. S., 1963, Classification of Textural Characteristics, *Journal of Food Science*, 28 (4), 385-389.
- Szczesniak, A. S., 2002, Texture is a sensory property, *Food Quality and Preference*, 13 (4), 215-225.
- Tamime, A. Y. ve Deeth, H. C., 1980, Yogurt: technology and biochemistry, *Journal of Food Protection*, 43 (12), 939-977.
- Tamime, A. Y., Kalab, M. ve Davies, G., 1984, Microstructure of set-style yoghurt manufactured from cow's milk fortified by various methods, *Food Microstructure*, 3, 83-92.
- Tamime, A. Y. ve Robinson, R. K., 2007, Yoghurt: science and technology, *England*, Woodhead Publishing, p. 791.
- Terpou, A., Bekatorou, A., Kanellaki, M., Koutinas, A. A. ve Nigam, P., 2017a, Enhanced probiotic viability and aromatic profile of yogurts produced using wheat bran (*Triticum aestivum*) as cell immobilization carrier, *Process Biochemistry*, 55, 1-10.
- Terpou, A., Gialleli, A., Bekatorou, A., Dimitrellou, D., Ganatsios, V., Barouni, E., Koutinas, A. A. ve Kanellaki, M., 2017b, Sour milk production by wheat bran supported probiotic biocatalyst as starter culture, *Food and Bioproducts Processing*, 101, 184-192.
- Thomas, T. D. ve Crow, V. L., 1984, Selection of galactose-fermenting *Streptococcus thermophilus* in lactose-limited chemostat cultures, *Applied and Environmental Microbiology*, 48 (1), 186-191.
- Tinson, W., Hillier, A. J. ve Jago, G. R., 1982, Metabolism of *Streptococcus thermophilus*. I. Utilization of lactose, glucose and galactose, *Aus. J. Dairy Technol.*, 37, 8-13.

- Tipples, K. H., 1980, Effect of immaturity on the milling and baking quality of red spring wheat *Canadian Journal of Plant Science*, 60, 357-369.
- Tomic, N., Dojnov, B., Miocinovic, J., Tomasevic, I., Smigic, N., Djekic, I. ve Vujcic, Z., 2017, Enrichment of yoghurt with insoluble dietary fiber from triticale – A sensory perspective, *LWT - Food Science and Technology*, 80, 59-66.
- Tomomatsu, H., 1994, Health effects of oligosaccharides, *Food Technology*, 48, 61-65.
- Torre, M., Rodrigues, A. R. ve Saura-Calixto, F., 1991, Effects of dietary fiber and phytic acid on mineral availability, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1, 1-22.
- Trachoo, N., 2002, Yogurt: The fermented milk, *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 24 (4), 726-736.
- Tuorila, H., 1987, Selection of milks with varying fat contents and related overall liking, attitudes, scores and intentions, *Appetite*, 8 (1), 1-14.
- Turcic, M., Rasic, J. ve Canic, V., 1969, Influence of *Str.thermophilus* and *Lb. bulgaricus* culture on volatile acid content in the flavour component of yoghurt, *Milchwissenschaft journal*, 24, 277-281.
- Türk, M., Carlsson, N. G. ve Sandberg, A. S., 1996, Reduction in the levels of phytate during wholemeal bread making; effect of yeast and wheat phytases, *Journal of Cereal Science*, 23 (3), 257-264.
- Uluöz, M., 1965, Buğday, Un ve Ekmek Analiz Metotları, *Ege Üniversitesi Matbaası*, Ege Ü. Ziraat Fak. Yayınları, p. 71.
- Varo, P., Nuurtamo M., Saari, E. ve Koivistoinen, P., 1980, Mineral element composition of finnish foods. VII. Dairy products, eggs and margarine, *Acta Agriculture Scandinavica*, 22, 115-126.
- Vasbinder, A. J., van Mil, P. J. J. M., Bot, A. ve de Kruif, C. G., 2001, Acid induced gelation of heat treated milk studied by diffusing wave spectroscopy, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 21 245-250.
- Vasbinder, A. J. ve de Kruif, C. G., 2003, Casein-whey protein interactions in heated milk: the influence of pH, *International Dairy Journal*, 13 669-677.
- Velez-Ruiz, J. F., Hernandez-Carranza, P. ve Sosa-Morales, M., 2013, Physicochemical and flow properties of low-fat yogurt fortified with calcium and fiber, *Journal of Food Processing and Preservation*, 37 (3), 210-221.
- Wang, C. Y. ve Singh, R. P., 1978, A single drying equation for rough rice, *Transactions of American Society of Agricultural Engineers*, 11, 668-672.

- Wang, X. ve Gibson, G. R., 1993, Effects of the in vitro fermentation of oligofructose and inulin by bacteria growing in the human large intestine, *Appi. Bacteriol.* (75), 373-380.
- Wang, Y. C., Yu, R. C. ve Chou, C. C., 2006, Antioxidative activities of soymilk fermented with lactic acid bacteria and bifidobacteria, *Food Microbiology*, 23 (2), 128-135.
- Webb, D., Donovan, S. M. ve Meydani, S. N., 2014, The role of Yogurt in improving the quality of the American diet and meeting dietary guidelines, *Nutrition Reviews*, 72 (3), 180-189.
- Wisker, E., Feldheim, W., Pomeranz, Y. ve Meuser, F., 1985, Advances in Cereal Science and Technology: Dietary Fiber in Cereals, p. 169-238.
- Xanthopoulos, V., Petridis, D. ve Tzanetakis, N., 2001, Characterization and classification of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* strains isolated from traditional greek yogurts, *Food Micand Safety*, 66, 747-752.
- Yamashita, K., Kawai, K. ve Itakura, M., 1984, Effects of fructo-oligosoccharides on blood glucose and serum lipids in diabetic subjects, *Nutrition Research*, 4, 961-966.
- Yazıcı, F. ve Akgün, A., 2004, Effect of some protein based fat replacers on physical, chemical, textural, and sensory properties of strained yoghurt, *Journal of Food Engineering*, 62 (3), 245-254.
- Ye, M., Ren, L., Wu, Y., Wang, Y. ve Liu, Y., 2013, Quality Caraceterictics and antioxsidant activity of hickory-black soybean yogurt, *Food Science and Technology International*, 51, 314-318.
- Yıldız, G., Vatan, Ö., Çelikler, S. ve Dere, S., 2009, Determination of the phenolic compounds and antioxidative capacity in red algae *Gracilaria bursa-pastoris*, *International Journal of Food Properties*, 14, 496-502.
- Yıldız, S., 2011, The metabolism of fructooligosaccharides and fructooligosaccharide-related compounds in plants, *Food Reviews International*, 27 (1), 16-50.
- Yılmaz, M., 2004, Prebiyotik ve Probiyotikler, *Güncel Pediatri*, 2, 142-145.
- Yüksel, Z., Avcı, E. ve Erdem, Y. K., 2010, Characterization of binding interactions between green tea flavanoids and milk proteins, *Food Chemistry*, 121, 450-456.
- Zare, F., Boye, J. I., Orsat, V., Champagne, C. ve Simpson, B. K., 2011, Microbial, physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour, *Food Research International*, 44, 2482-2488.

- Zare, F., Champagne, C. P., Simpson B.K., Orsat, V. ve Boye, J. I., 2012, Effect of the addition of pulse ingredients to milk on acid production by probiotic and yoghurt starter cultures, *Food Science and Technology International*, 45, 155-160.
- Zhang, S., Zhang, L., Jiao, Y., Luo, X., Li, H., Xin, L., Xue, C., Zhang, Y., Yi, H., Han, X. ve Ma, C., 2014, Technological Characterization of Lactic Acid Bacteria Protease Isolated from Traditional Chinese Fermented Milk, *Journal of Food Quality*, 37, 395–402.
- Zourari, A., Accolas, J. ve Desmazeaud, M., 1992, Metabolism and biochemical characteristics of yogurt bacteria, *Le Lait*, 72 (1), 1-34.



EK-2 Tam olgunlaşmamış buğday unlarında tespit edilen uçucu bileşenlerin alıkonma zamanları.

Bileşen	Alıkonma zamanı (dk)	Bileşen	Alıkonma zamanı (dk)
Karboksilik asitler (ppm)		Aldehitler (ppm)	
Heksanoik asit (kaprik asit)	31.10	trans-2-Heptenal	20.33
İzovalerik asit	31.14	Nonanal	28.51
Oktanoik asit (kaprilik asit)	33.55	Oktanal	20.20
2-Metilheptanoik asit	27.55	n-decanal	25.87
Ketonlar (ppm)		Hidrokarbon (ppm)	
3,5-oktadien-2-on	26.26	Benzaldehit	26.32
3-oktanon	28.56	trans-2-Nonenal	26.56
2-undekanon	27.62	2-Butil-2-oktenal	28.66
2-oktanon	20.07	Furfural	25.09
2-nonenon	23.35	Hidrokarbon (ppm)	
6-Metil-5-hepten-2-on	21.78	Sitiren	19.01
4-(3'-Tiyenil)-1,5-dihidro-2H-pirol-5-on	23.06	n-dodekan	17.02
Esterler (ppm)		Alkoller (ppm)	
Heksil heksanoat	27.79	Nonanol	26.95
Metil heptakosanoat	27.55	1-Tetradekanol	18.66
Butil heksanoat	24.02	2-Heptanol	21.37
Metil miristat	32.61	1-Heksanol	22.38
Metil nonanoat	25.75	Benzil alkol	31.25
2-Propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester	20.73	Fenetil alkol	31.67
Metil heksonat	16.50	3-Pentanol	25.54
Propanoik asit, 2-metil-, 2,2-dimetil-1-(2-hidroksi-1-metiletil) propil ester	31.38	1-okten-3-ol	24.89
Etil asetat	32.30	3,5-Oktadien-2-ol	23.83
		Terpenler (ppm)	
		Limonen	16.81
		Okaliptol	17.24

EK-3 Yoğurt örneklerinde tespit edilen uçucu bileşenlerin alıkonma zamanları.

Bileşen	Alıkonma zamanı (dk)
Karboksilik asitler (mg/kg)	
Bütirik asit (bütanoik asit)	32.78
Oktanoik asit (kaprilik asit)	38.38
Asetik asit	29.69
Heksanoik asit (kaprik asit)	35.75
Esterler (mg/kg)	
İzobütil 2-metilvalerat	26.25
Aldehitler	
Asetaldehit	5.91
Alkoller (mg/kg)	
Etil alkol	
1.2-Butanediol	27.44
Furfünil alkol	33.13
Hidrokarbonlar (mg/kg)	
Sitiren	25.08
Ketonlar (mg/kg)	
2-Butanon. 3-hidroksi (Asetoin)	25.88
2-nonenon	28.44
4-oktanon	24.01
2-butanone 3-metil(3-Methyl-2-butanone)	13.67
2.3-pentanedion (Acetylpropionyl)	17.15
2-dodekanon (Dodecan-2-one)	22.46

EK-4 HPLC analizinde Şekerlerin alıkonma zamanları.

Őekerler	Alıkonma zamanı (dk)
Glukoz	12.92
Fruktoz	16.19
Sakkaroz	10.81



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Çiğdem Konak GÖKTEPE
Uyruğu : Türkiye
Doğum Yeri ve Tarihi : Aksaray/08.05.1983
Telefon :
Faks :
e-mail : ckonak@selcuk.edu.tr

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Erbil Kuru Lisesi, Selçuklu, Konya	2001
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya	2005
Yüksek Lisans	: Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya	2008
Doktora	: Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2005-2010	GNC doğal beslenme destekleri firması	Ürün danışmanı
2010	S.Ü. Karapınar Aydoğanlar MYO	Öğretim Görevlisi

UZMANLIK ALANI: Süt ve Süt Ürünleri Teknolojisi

YABANCI DİLLER: İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

Akın, N., Gündüz, A. ve Konak, Ç., 2012. Teknolojik Açıdan Süt Ürünlerinde Laktoz Dönüşümleri ve İntoleransı. Akademik Gıda 10(4) 77-84. Derleme Makale *Kabul Tarihi (Accepted): 24.09.2012.*

Arslan Bayrakçı, H. ve Konak, Ç., 2011. The effect of *bilberry fruit (Vaccinium myrtillus L.)* on some chemical and sensory properties of tarhana. NAFI 2011 International Food Congress, İzmir-Çeşme, May 26-28, 2011 (Poster bildiri).

Konak, Ç. ve Elgün, A., 2011. The Effect Of Different Microorganism On Phytic Acid Content Of Oat Boza. NAFI 2011 International Food Congress, İzmir-Çeşme, May 26-28, 2011(Poster bildiri).(Yüksek lisans tezi)

Konak, Ç. ve Akın, N., 2012. Doğal Bir Renklendirici: Anatto. Türkiye 11. Gıda Kongresi, Hatay,10-12 Ekim 2012 (Poster bildiri).

- Konak, Ç. ve Akın, N., 2012. Geleneksel İçeceğimiz Boza: Mikroflorası ve Aromatik Özellikleri. 3. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Konya, 10-12 Mayıs 2012 (Poster bildiri)
- Konak, Ç. ve Akın, N., 2012. Küflerle Olgunlaştırılan Peynirlerde Olgunlaştırma Esnasındaki Değişiklikler. Süt Endüstrisinde Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu. Denizli, 15-16 Kasım 2012 (Sözlü bildiri).
- Konak, Ç. ve Akın, N., 2013. Fonksiyonel Bir Gıda: Probiyotik Peynir. Uluslar arası 2. Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi. Konya, 7-10 Kasım 2013 (Poster bildiri).
- Oraç, A., Konak Göktepe, Ç. ve Akın, N., 2014. Physico-Chemical, Microbiological And Sensory Characteristics Of Stirred Yoghurt Supplemented With Myrtle Berries. 3rd International Conference and Exhibition on Probiotics, Functional and Baby Foods, Uluslar arası kongre. Napoli/İTALYA. 23-25 Eylül 2014 (Sözlü bildiri).
- Konak Göktepe, Ç. ve Akın, N., 2014. Production of Oat Boza Powder Enriched with Whey Powder. 3rd International Conference and Exhibition on Probiotics, Functional and Baby Foods, Uluslar arası kongre. Napoli/İTALYA. 23-25 Eylül 2014 (Sözlü bildiri).
- Oraç, A., Konak Göktepe, Ç. ve Akın, N., 2014. Synbiotics: Health Benefits and Dairy Products. 3rd International Conference and Exhibition on Probiotics, Functional and Baby Foods, Uluslar arası kongre. Napoli/İTALYA. 23-25 Eylül 2014 (Poster bildiri).
- Konak Göktepe, Ç. ve Akın, N., 2016. An Assessment Of The Physicochemical And Microbiological Properties Of Yoghurt Fortified With Immature Wheat Grain Flour, 2nd International Conference On Science, Ecology and Technology (ICONSETE'2016), Barcelona, Spain. 14-16 Ekim 2016 (Sözlü bildiri).
- Demirci, T., Öztürk, H.İ., Sözeri, D., Oraç, A., Konak Göktepe, Ç., Aktaş, K. ve Akın, N. 2016. Viability Of *L. acidophilus* Ncfm Howaru In Yoghurt Enriched With Immature Wheat Grain Powder During Refrigeration, 2nd International Conference On Science, Ecology and Technology (ICONSETE'2016), Barcelona, Spain. 14-16 Ekim 2016 (Sözlü bildiri).