



**T. C.**

**ORDU ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MEYVE SUYU İŞLEME ATIKLARINDAN DİYET  
LİFLERİNİN İZOLASYONU VE YOĞURT ÜRETİMİNDE  
KULLANIMI**

**MELİKE DEMİRKOL**

**DOKTORA TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ORDU 2021**

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

**Melike DEMİRKOL**

**Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünün B-1925 numaralı projesi ile desteklenmiştir.**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

### MEYVE SUYU İŞLEME ATIKLARINDAN DİYET LİFLERİNİN İZOLASYONU VE YOĞURT ÜRETİMİNDE KULLANIMI

MELİKE DEMİRKOL

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ, 128 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ZEKÂİ TARAKÇI)

(İKİNCİ TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. AHMET HİLMİ ÇON)

Çalışmada öncelikle meyve suyu işleme endüstrisinden temin edilen, elma, kayısı, şeftali ve üzüm atıklarının fizikokimyasal, fonksiyonel özellikleri ile diyet lifi (DL) profilleri analiz edilmiştir. Dört farklı meyve posası ilave edilerek probiotik yoğurt üretilmiş ve kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri araştırılmıştır. Kontrol yoğurdun (K0, posa eklenmemiş) yanı sıra, her posa çeşidinden %1 ve %3 oranda (E1, E3, K1, K3, Ş1, Ş3, Ü1 ve Ü3) ilave edilerek klasik yoğurt kültürlerinin yanı sıra *Lactobacillus acidophilus* La5 probiyotik kültürü ile yoğurtlar üretilmiştir. Daha sonra posa ve yoğurtlardan elde edilen çözünmeyen ve çözünür diyet lifleri (DL), monosakkarit bileşimleri ve ayrıca diyet liflerinden *in-vitro* fekal fermentasyon sonucu oluşun ve sağlığa faydalı etkileri olan kolonik mikrobiyal metabolitler (SCFA ve BCFA) gaz kromatografisi (GC) kullanılarak tespit edilmiştir.

Toplam fenolik madde (TFM) içerikleri açısından posalar karşılaştırıldığında, üzüm posasının TFM (4577.84 mg GAE/100g DM)) ve DPPH radikal süpürme aktivitesinin (33.49 µg TE/mg) daha yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Su tutma ve şişme kapasitesi en yüksek şeftali posasında bulunmakla birlikte, yağ tutma kapasitesi açısından fark görülmemiştir. Elma, kayısı, şeftali ve üzüm posasının DL içeriklerinin sırasıyla %89.35, %68.82, %61.45 ve %80.61 olduğu ve çoğunluğun suda çözünmeyen liflerin oluşturduğu görülmüştür. Elma posası diyet lifleri nötral şeker ve üronik asit miktarı diğer posalara kıyasla daha yüksek olmakla birlikte, tüm posa çeşitlerinin suda çözünür ve çözünmeyen fraksiyonlarında ana monosakkaritin glikoz olduğu gözlemlenmiştir. Kolonik *in-vitro* fekal fermentasyon prosesinde pH değerinin 6. saatte negatife kıyasla belirgin biçimde düştüğü ancak daha sonra bir miktar arttığı gözlenmiştir. Kısa zincirli yağ asitleri miktarının (SCFA) ise aşamalı olarak arttığı görülmekle birlikte, elma posası diyet liflerinin fermente edilebilirliğinin, diğer posa liflerine kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür. Dallanmış zincirli yağ asitleri (BCFA) açısından örnekler arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir. Bu sonuçlar, meyve posalarının kalın bağırsak fonksiyonunu iyileştirme potansiyeline sahip DL'ler açısından zengin olduğunu ve meyve suyu işlemenin bir yan ürünü olan posanın prebiyotik kapasiteye sahip fonksiyonel karbonhidratların üretimi için kullanılabilme potansiyeli olduğunu göstermektedir.

Meyve posası ilaveli probiyotik yoğurtlarda, depolama sonlarına doğru pH'da düşüş ve titre edilebilir asitlikte önemli ( $p<0.05$ ) artış olmuştur. Serum ayrılması miktarı depolama süresince önemli oranda değişmezken, viskozite değerleri depolama sonunda bir miktar arttığı belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin L, a, b renk değerleri depolama süresince önemli oranda değişmediği posa artışının L değerinde düşmeye neden olduğu tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçları ile birlikte monosakkarit bileşim zenginliği ve SCFA üretme kapasitesinden dolayı %1 elma posalı yoğurdun yanı sıra %1 şeftali ve kayısı posalı yoğurtlar sağlığı geliştirici ve fonksiyonel bir ürün olarak önerilebilir. *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* sayıları depolama süresince önemli oranda değişmezken, *Lactobacillus acidophilus* sayıları depolamanın sonunda önemli düzeyde düştüğü görülmüştür ( $p<0.05$ ). Yoğurt diyet liflerinin monosakkarit bileşimlerinde ana monosakkaritin glikoz olduğu ve ardından galaktozun takip ettiği görülmüştür. Yoğurt diyet liflerinden *in-vitro* fekal fermentasyonu süresince oluşan kısa zincirli yağ asiti (SCFA) miktarının negatife kıyasla arttığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak çalışma, sağlığı geliştirici bileşikler açısından zengin olan meyve posası takviyesi ile yeni fonksiyonel yoğurt ürünleri geliştirmek için bir seçenek sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Diyet Lifi, *In-vitro* Fekal Fermentasyon, Kısa Zincirli Yağ Asitleri, Kolonik Mikrobiyal Metabolit, Meyve Posası, Monosakkarit, Prebiyotik, Probiyotik Yoğurt

## ABSTRACT

### ISOLATION OF DIETARY FIBERS FROM FRUIT JUICE PROCESSING WASTE AND USAGE IN YOGURT PRODUCTION

MELİKE DEMİRKOL

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED  
SCIENCES

FOOD ENGINEERING

PHD THESIS, 128 PAGES

(SUPERVISOR: PROF. DR. ZEKAI TARAKÇI)

(CO-SUPERVISOR: PROF. DR. AHMET HİLMİ ÇON)

In the study, the physicochemical, functional properties and dietary fiber (DF) profiles of apple, apricot, peach and grape wastes obtained from the fruit juice processing industry were analyzed. Probiotic yogurt was produced by adding four different fruit pomaces and its chemical, microbiological and sensory properties were investigated. In addition to the control yogurt (K0, no pomace added), 1% and 3% of each pomace type (E1, E3, K1, K3, Ş1, Ş3, Ü1 and Ü3) were added to mix classical yogurt cultures as well as *Lactobacillus acidophilus* La5 probiotic culture yogurts were produced. Then, insoluble and soluble dietary fibers (DF), monosaccharide compositions from pomace and yogurts, as well as colonic microbial metabolites (SCFA and BCFA), which are formed as a result of fecal *in-vitro* fermentation from dietary fibers and have beneficial effects on health, were determined using gas chromatography (GC).

When the pomaces were compared in terms of total phenolic (TFM) contents, it was determined that the TFM (4577.84 mg GAE/100g DM) and DPPH radical scavenging activity (33.49 µg TE/mg) of the grape pomace had higher values ( $p < 0.05$ ). Although the water holding and swelling capacity were the highest in peach pomace, no difference was observed in terms of oil holding capacity. It was observed that the DF contents of apple, apricot, peach and grape pomace were 89.35%, 68.82%, 61.45% and 80.61%, respectively, and mostly composed of water-insoluble fibers. Although the amount of apple pomace dietary fiber, neutral sugar and uronic acid is higher compared to other pomaces, it has been observed that the main monosaccharide is glucose in the water-soluble and insoluble fractions of all pomace varieties. In the colonic fecal *in vitro* fermentation process, it was observed that the pH value decreased significantly at 6 hours compared to negative, but increased slightly afterwards. Although the amount of short chain fatty acids (SCFA) increased gradually, fermentability of apple pomace dietary fibers was found to be higher compared to other pomace fibers. No significant difference was detected between the samples in terms of branched chain fatty acids (BCFA). These results show that fruit pomace is rich in DFs with the potential to improve colon function, and pomace, a by-product of juice processing, has the potential to be used for the production of functional carbohydrates with prebiotic capacity.

There was a decrease in pH and a significant ( $p < 0.05$ ) increase in titratable acidity towards the end of storage in probiotic yogurts with fruit pomace added. While the amount of serum separation did not change significantly during storage, it was determined that the viscosity values increased slightly at the end of storage. It was determined that the L, a, b color values of the yogurt samples did not change significantly during storage, and the increase in pomace caused a decrease in the L value. In addition to 1% apple pomace yogurt, 1% peach and apricot pomace yogurts can be recommended as a health promoting and functional product due to the sensory evaluation results as well as the monosaccharide composition richness and SCFA production capacity. *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* numbers did not change significantly during storage, while *Lactobacillus acidophilus* numbers decreased significantly at the end of storage ( $p < 0.05$ ). In the monosaccharide composition of yogurt dietary fibers, the main monosaccharide was glucose, followed by galactose. It was observed that the amount of short-chain fatty acids formed during the fecal in vitro fermentation of yogurt dietary fibers increased compared to the negative. In conclusion, the study provides an option to develop new functional yogurt products with fruit pomace supplementation rich in health-promoting compounds.

**Keywords:** Colonic Microbial Metabolite, Dietary Fiber, Fruit Pomace, In-vitro Fecal Fermentation, Monosaccharide, Prebiotic, Probiotic Yogurt, Short-Chain Fatty Acids

## TEŞEKKÜR

Öncelikle doktora çalışmamın tamamlanmasını ve bu günlere ulaşmamı nasip eden Rabbime hamdolsun.

Doktora çalışmam süresince desteğini eksik etmeyen saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Zekai TARAKÇI ve tez izleme komitesi üyeleri saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Hüseyin GENÇCELEP ve Doç. Dr. Atilla ŞİMŞEK'e teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışması süresince bilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve değerli zamanını ayıran ikinci danışman hocam Prof. Dr. Ahmet HİLMİ ÇON'a ve çalışmam ile ilgili nitelikli bilgileriyle beni yönlendiren ve bilgilenmeme büyük katkıda bulunan Doç. Dr. Yunus Emre TUNÇİL'e, yine tez süresince desteğini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Sümeyye ŞAHİN ve çalışmam sırasında yardımlarını gördüğüm Arş. Gör. Dr. Ömer Faruk ÇELİK'e teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatımın her anında olduğu gibi doktora tez çalışmamda da bilgi ve tecrübeleriyle destek olan canım ağabeyim Doç. Dr. Enes ATMACA'ya, her saniye yanımda olan çalışmalarım sırasında beni teşvik edip ilerlememde büyük katkısı olan sevgili eşim Doç. Dr. Gürkan DEMİRKOL'a, varlıklarıyla hayatıma anlam katan sevgili çocuklarım Zeynep DEMİRKOL ve Eymen DEMİRKOL'a en kalbi duygularla teşekkür ederim. Hayatımın her anında ve her koşulda desteklerini ve dualarını esirgemeyen başta annem ve babam olmak üzere tüm aileme şükranlarımı sunarım.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>TEZ BİLDİRİMİ</b> .....	I
<b>ÖZET</b> .....	II
<b>ABSTRACT</b> .....	IV
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	VI
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	VII
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	XI
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	XIV
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	XVI
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	10
2.1 Diyet Lifi.....	10
2.1.1 Diyet Lifi Bileşimi ve Türleri.....	10
2.1.2. Diyet Liflerinin Fizikokimyasal Özellikleri.....	15
2.1.3 Diyet Lifi Eldesinde Analitik Yöntemler.....	17
2.1.3.1 Enzimatik Olmayan Gravimetrik Yöntemler.....	18
2.1.3.2 Enzimatik-Gravimetrik Yöntemler.....	18
2.1.3.3 Enzimatik-Kimyasal Yöntemler.....	18
2.1.4 Diyet Liflerinin Kolondaki Etki Mekanizmaları.....	19
2.1.4.1 <i>İn-vitro</i> Fermentasyon ve Kolonik Mikrobiyal Metabolitler (SCFA ve BCFA) .....	19
2.1.5 Diyet Liflerinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.....	21
2.1.6 Meyve Atıklarının Diyet Lifi Karakterizasyonu.....	24
2.1.6.1 Elma.....	25
2.1.6.2 Üzüm.....	26
2.1.6.3 Şeftali.....	26
2.1.6.4 Kayısı.....	26
2.2 Fonksiyonel Fermente Süt Ürünleri ve Diyet Liflerinin Kullanımı.....	27
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	33
3.1 Meyve Atıklarının Temini ve Analizleri.....	33
3.1.1 Meyve Atıklarının Temin Edilmesi.....	33



3.1.2 Meyve Atıklarının Kurutulması .....	34
3.1.3 Meyve Atıklarında Fizikokimyasal Analizler .....	35
3.1.3.1 Kurumadde miktarı .....	35
3.1.3.2 Protein Miktarı .....	35
3.1.3.3 Yağ Miktarı .....	35
3.1.3.4 Kül Miktarı .....	36
3.1.3.5 pH Değeri ve Titrasyon Asitliği .....	36
3.1.3.6 Çözünürlük, Su tutma, Yağ Tutma ve Şişme Kapasitesi .....	36
3.1.3.7 Toplam Fenolik Madde ve Antiradikal Süpürme Aktivitesi .....	37
3.1.4 Meyve Atıklarından Diyet Lifi Ekstraksiyonu .....	37
3.1.5 Diyet Liflerinin Nötral Monosakkarit Tiplerinin ve Miktarlarının Belirlenmesi .....	40
3.1.6 Asidik Monosakkaritlerin (Üronik Asit) Belirlenmesi .....	42
3.1.7 Meyve Atıklarının Prebiyotik Potansiyellerinin <i>İn-vitro</i> Şartlarda Belirlenmesi .....	42
3.1.7.1 Kolonik <i>İn-vitro</i> Fekal Fermentasyon .....	42
3.1.7.2 pH Değişimi ve Kolonik Mikrobiyal Metabolitlerin (SCFA ve BCFA) Üretimi .....	43
3.2 Yoğurt Üretimi ve Analizleri .....	44
3.2.1 Fizikokimyasal Analizler .....	46
3.2.1.1 Titrasyon Asitliği ve pH Değeri .....	46
3.2.1.2 Kurumadde Oranı .....	46
3.2.1.3 Hunter Renk Tayini .....	46
3.2.1.4 Viskozite Tayini .....	46
3.2.1.5 Serum Ayrılması Analizi .....	47
3.2.2 Mikrobiyolojik Analizler .....	47
3.2.3 Diyet Lifi Ekstraksiyonu ve Monosakkarit Bileşiminin Belirlenmesi .....	48
3.2.4 Kısa Zincirli Yağ Asitlerinin Belirlenmesi .....	48
3.2.5 Duyusal Analizler .....	48
3.2.6 İstatistiksel Analiz .....	49
<b>4. BULGULAR ve TARTIŞMA .....</b>	<b>50</b>
4.1 Kurutulmuş Meyve Posalarına Ait Bulgular .....	50

4.1.1 Kurutulmuş Meyve Posalarının Fizikomkiyasal Özellikleri.....	50
4.1.2 Kurutulmuş Meyve Posalarına Ait Fonksiyonel Özellikler .....	53
4.1.3 Meyve Posalarının Diyet Lifi Bileşimi .....	56
4.1.4 Meyve Posası Diyet Liflerinin Nötral Monosakkarit ve Üronik Asit Bileşimi	58
4.1.5 Meyve Posası Diyet Liflerinin Kolonik <i>İn-vitro</i> Fekal Fermentasyon Süresince pH Değişimi.....	62
4.1.6 <i>İn-vitro</i> Fekal Fermentasyon Süresince Meyve Posası Diyet Liflerinden Kolonik Mikrobiyal Metabolitlerin (SCFA ve BCFA) Üretimi .....	63
4.2 Meyve Posası İlaveli Probiyotik Yoğurtlarda Yapılan Fizikokimyasal Analiz Sonuçları .....	73
4.2.1 Kurumadde Miktarı.....	73
4.2.2 pH Değeri.....	74
4.2.3 Titrasyon Asitliği .....	76
4.2.4 L değeri .....	78
4.2.5 a Değeri .....	80
4.2.6 b Değeri.....	81
4.2.7 Serum Ayrılması (Sineresiz).....	82
4.2.8 Viskozite .....	84
4.2.9 Mikrobiyolojik Analizler .....	86
4.2.9.1 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> .....	86
4.2.9.2 <i>Streptococcus thermophilus</i> .....	88
4.2.9.3 <i>Lactobacillus acidophilus</i> La5 .....	90
4.2.9.4 Maya ve Küf.....	93
4.2.10 Meyve Posası İlaveli Probiyotik Yoğurt örneklerinden Elde Edilen Diyet Liflerinin Monosakkarit Bileşimi .....	93
4.2.11 <i>İn-vitro</i> Fekal Fermentasyon Süresince Yoğurt Örneklerinden Elde Edilen Diyet Liflerinde pH Değişimi ve Kolonik Mikrobiyal Metabolitlerin (SCFA ve BCFA) Üretimi .....	95
4.2.12 Duyusal Değerlendirme .....	100
4.2.12.1 Görünüm .....	100
4.2.12.2 Yapı-kıvam.....	101
4.2.12.3 Tat-aroma .....	103

4.2.12.4 Koku.....	104
4.2.12.5 Genel Kabul Edilebilirlik.....	106
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>108</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>114</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>127</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 2.1 Önemli Monosakkaritlerin Yapısı .....	11
Şekil 2.2 Diyet Liflerinin Sınıflandırılması ve Sağlığa Yararlı Etkileri .....	12
Şekil 2.3 Selülozun Yapısı.....	13
Şekil 2.4 Hemiselülozun Yapısı.....	13
Şekil 2.5 Pektinin Yapısında Yer Alan Polisakkaritlerin Şematik Görüntüsü.....	14
Şekil 2.6 Kısa Zincirli ve Dallanmış Zincirli Yağ Asitlerinin Yapısı.....	20
Şekil 2.7 Diyet Lifleri ve Sağlığı Etkileyen Fermantasyon Ürünleri.....	23
Şekil 3.1 Tez Çalışma Planı .....	33
Şekil 3.2 Kurutulmuş Meyve Posalarına Ait Görseller .....	35
Şekil 3.3 Meyve Posalarından Diyet Lifi Ekstraksiyonu İçin Uygulanan Akış Şeması .....	39
Şekil 3.4 Meyve posası ilaveli probiyotik yoğurt üretimi .....	45
Şekil 3.5 Yoğurt Örneklerinden Diyet Lifi Elde Edilmesi Aşamasındaki Diyaliz İşlemi .....	48
Şekil 3.6 Duyusal Analiz Değerlendirme Formu.....	49
Şekil 4.1 Kurutulmuş Meyve Posalarına Ait Fizikokimyasal Özellikler.....	53
Şekil 4.2 Kurutulmuş Meyve Posalarına Ait Fonksiyonel Özellikler.....	55
Şekil 4.3 Meyve Posalarından Elde Edilen Diyet Liflerinin Monosakkarit Bileşimi	60
Şekil 4.4 Meyve Posalarından Elde Edilen Diyet Liflerinin Üronik Asit Bileşimi ...	61
Şekil 4.5 Meyve Posası Diyet Liflerinin Kolonik <i>İn-vitro</i> Fermentasyon Süresince 6. Saatteki pH Değişimi.....	63
Şekil 4.6 Kolonik <i>İn-vitro</i> Fekal Fermentasyon Süresince Meyve Posası Suda Çözünen Diyet Liflerinden SCFA Üretimi. Bar grafikleri 24. saatteki SCFA konsantrasyonlarını göstermektedir.....	67
Şekil 4.7 Kolonik <i>İn-vitro</i> Fekal Fermentasyon Süresince Meyve Posası Suda Çözünmeyen Diyet Liflerinden SCFA Üretimi. Bar grafikleri 24. saatteki SCFA konsantrasyonlarını göstermektedir.....	70
Şekil 4.8 Kolonik <i>İn-vitro</i> Fekal Fermentasyon Süresince Meyve Posası SÇ+SÇM Diyet Liflerinden SCFA Üretimi. Bar grafikleri 24. saatteki SCFA konsantrasyonlarını göstermektedir.....	71

<b>Şekil 4.9</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Belirlenen Kurumadde Miktarı .....	74
<b>Şekil 4.10</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen pH Değerleri.....	76
<b>Şekil 4.11</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen % Titrasyon Asitliği Değerleri.....	78
<b>Şekil 4.12</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen L Değerleri .....	79
<b>Şekil 4.13</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen a Değerleri.....	81
<b>Şekil 4.14</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen b Değerleri .....	82
<b>Şekil 4.15</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Serum Ayrılması Değerleri (%).....	84
<b>Şekil 4.16</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Viskozite Değerleri (cP) .....	86
<b>Şekil 4.17</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen <i>Lactobacillus bulgaricus</i> Sayıları (log kob/g) .....	88
<b>Şekil 4.18</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen <i>Streptococcus thermophilus</i> Sayıları (log kob/g).....	90
<b>Şekil 4.19</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen <i>L. acidophilus</i> Sayıları (log kob/g) .....	92
<b>Şekil 4.20</b> Meyve Posası İlaveli Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Monosakkarit Bileşimi (%).....	94
<b>Şekil 4.21</b> Yoğurt Diyet Liflerinin Kolonik <i>In-vitro</i> Fekal Fermentasyon Süresince pH Değişimi.....	96
<b>Şekil 4.22</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Görünüm Puanları .....	101
<b>Şekil 4.23</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Yapı-Kıvam Puanları .....	102
<b>Şekil 4.24</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Tat-Aroma Puanları .....	104

<b>Şekil 4.25</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Koku Puanları .....	105
<b>Şekil 4.26</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Genel Kabul Edilebilirlik Puanları.....	107

## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

<b>Çizelge 1.1</b> Tez Kapsamında Seçilen Meyve Atıklarının Besinsel Kompozisyonu....	8
<b>Çizelge 3.1</b> Meyve Suyu Fabrikasından Alınan Posalara Ait Meyve Türleri.....	34
<b>Çizelge 3.2</b> Meyve Posalarına Ait Kurutma Süre ve Oranları.....	34
<b>Çizelge 4.1</b> Kurutulmuş Meyve Posalarına Ait Fizikokimyasal Özellikler.....	50
<b>Çizelge 4.2</b> Kurutulmuş Meyve Posalarına Ait Fonksiyonel Özellikler.....	54
<b>Çizelge 4.3</b> Meyve Posalarına Ait Suda Çözünen ve Çözünmeyen Diyet Lifi Miktarları .....	56
<b>Çizelge 4.4</b> Meyve Posalarından Elde Edilen Diyet Liflerinin Monosakkarit Bileşimi .....	59
<b>Çizelge 4.5</b> Meyve Posası Diyet Liflerinin Kolonik <i>İn-vitro</i> Fekal Fermentasyon Süresince pH Değişimi .....	62
<b>Çizelge 4.6</b> Kolonik <i>İn-vitro</i> Fekal Fermentasyon Süresince Meyve Posası Diyet Liflerinin SCFA Üretimi (mM) .....	68
<b>Çizelge 4.6</b> Kolonik <i>İn vitro</i> Fermentasyon Süresince Meyve Posası Diyet Liflerinin SCFA Üretimi ( <b>devamı</b> ).....	69
<b>Çizelge 4.7</b> Kolonik <i>İn-vitro</i> Fekal Fermentasyon Süresince Meyve Posası Diyet Liflerinin BCFA Üretimi (mM).....	72
<b>Çizelge 4.8</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Belirlenen Kurumadde Miktarı .....	73
<b>Çizelge 4.9</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen pH Değerleri.....	75
<b>Çizelge 4.10</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen % Titrasyon Asitliği Değerleri.....	77
<b>Çizelge 4.11</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen L Değerleri .....	78
<b>Çizelge 4.12</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen a Değerleri.....	80
<b>Çizelge 4.13</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen b Değerleri .....	81

<b>Çizelge 4.14</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Serum Ayrılması Değerleri (%) .....	83
<b>Çizelge 4.15</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Viskozite Değerleri (cP) .....	85
<b>Çizelge 4.16</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen <i>Lactobacillus bulgaricus</i> Sayıları (log kob/g) .....	87
<b>Çizelge 4.17.</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen <i>Streptococcus thermophilus</i> Sayıları (log kob/g).....	89
<b>Çizelge 4.18</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen <i>L. acidophilus</i> Sayıları (log kob/g) .....	91
<b>Çizelge 4.19</b> Meyve Posası İlaveli Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Monosakkarit Bileşimi (%).....	93
<b>Çizelge 4.20</b> Meyve Posası ve Yoğurt Diyet Liflerinin Monosakkarit Bileşimlerinin Karşılaştırılması.....	94
<b>Çizelge 4.21</b> Yoğurt Diyet Liflerinin Kolonik <i>İn-vitro</i> Fekal Fermentasyon Süresince pH Değişimi.....	95
<b>Çizelge 4.22</b> Kolonik <i>İn-vitro</i> Fekal Fermentasyon Süresince Posa ve Yoğurt Diyet Liflerinde Oluşan SCFA Miktarı (mM).....	98
<b>Çizelge 4.23</b> Kolonik <i>İn-vitro</i> Fekal Fermentasyon Süresince Posa ve Yoğurt Diyet Liflerinde Oluşan BCFA Miktarı (mM) .....	99
<b>Çizelge 4.24</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Görünüm Puanları .....	100
<b>Çizelge 4.25</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Yapı-Kıvam Puanları .....	102
<b>Çizelge 4.26</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Tat-Aroma Puanları .....	103
<b>Çizelge 4.27</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Koku Puanları .....	105
<b>Çizelge 4.28</b> Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Genel Kabul Edilebilirlik Puanları.....	106



## SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

---

<b>ANOVA</b>	: Varyans analizi
<b>BCFA</b>	: Dallı zincirli yağ asitleri
<b>DCM</b>	: Diklorometan
<b>DL</b>	: Diyet lifi
<b>DOM</b>	: Dioktalamın
<b>DPPH</b>	: 2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil
<b>FDA</b>	: Gıda ve ilaç dairesi
<b>FOS</b>	: Fruktooligosakkarit
<b>GAE</b>	: Gallik asit eşdeğeri
<b>GOS</b>	: Galaktooligosakkarit
<b>NS</b>	: Nötral şeker
<b>TFA</b>	: Trifloroasetik asit
<b>TFM</b>	: Toplam fenolik madde
<b>SCFA</b>	: Kısa zincirli yağ asitleri
<b>SÇ</b>	: Suda çözünen
<b>SÇM</b>	: Suda çözünmeyen
<b>ÜA</b>	: Üronik asit

---

## 1. GİRİŞ

Diyet lifleri, genellikle karbonhidrat yapısında olan, tüketildiği zaman insan vücudunun üst sindirim sisteminde parçalanamayıp kalın bağırsağa ulaşan, kalın bağırsak mikroflorası tarafından enerji molekülleri olarak kullanılan ve bu sayede kalın bağırsak mikroflorasını düzenleyici gıda maddeleri olarak tanımlanmaktadır (Koropatkin ve ark., 2012; Hamaker ve Tuncil, 2014).

Kimyasal yapıları itibariyle, karbonhidrat yapısındaki diyet lifleri, monosakkarit birimlerinin glikozidik bağlarla birbirine bağlanması sonucu oluşmuşlardır. Bu bağlanma, bir tip monosakkaritin bir tip glikozidik bağla birleştirilmesiyle olabileceği gibi, farklı tipteki monosakkaritlerin farklı glikozidik bağlarla birleşmesi sonucuyla da gerçekleşebilmektedir. Oluşumdaki bu farklılık, kimyasal yapı itibariyle farklı karbonhidrat yapısındaki diyet lifleri oluşumuna neden olmaktadır. Kimyasal yapılarındaki farklılıklarından dolayı, diyet liflerinin kalın bağırsak düzenleyici etkileri de, diyet lifi tiplerine göre değişkenlik göstermektedir, çünkü kalın bağırsak mikroflorasında binlerce farklı mikroorganizma türü bulunmaktadır ve bu farklı türler genetik yapıları itibariyle farklı diyet liflerini kullanabilme (fermente edebilme) yeteneğindedirler (Koropatkin ve ark., 2012).

Diyet lif çeşidine bağlı olarak meydana gelen kalın bağırsak mikroflorasındaki değişimlerin fizyolojik olarak insan sağlığına büyük etkisi vardır. Son 20 yıl içerisinde yapılan epidemiyolojik ve klinik araştırmalar, diyet lifi tüketiminin obezite ve diyabet (tip 2) oluşum riskini düşürdüğünü (Pettolino ve ark., 2012; Sonnenburg ve Bäckhed, 2016), kolesterol düşürücü etkisi olduğunu (Brown ve ark., 1999), ve kalp-damar hastalıklarına olumlu yönde etki yaptığını (Anderson, 2004) kanıtlamıştır. Bu şekilde, tüketildiğinde insan kalın bağırsağında yararlı olan mikroorganizmaları teşvik eden ve insan sağlığı üzerinde fizyolojik olarak olumlu etki gösteren lifli gıdalar (karbonhidratlar) prebiyotik olarak adlandırılmaktadır (Gibson ve ark., 2004).

Birçok sağlık kuruluşu, sağlıklı yaşam sürdürebilmek için, insanların günde en az 28-35 gram lifli gıda tüketmeleri gerektiğini bildirmiştir. Günümüzde, tahıllar ve tahıl kepekleri (buğday, arpa, mısır, vb.), meyveler ve sebzeler lif içeriği bakımından zengin olan gıdalar olarak bilinmektedir. Ancak, farklı gıda tüketim alışkanlıklarından dolayı (hamburger, hazır gıdalar, vb.), gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde, bu gıda

maddeleri, insanların günlük lif ihtiyacını karşılayamamaktadır (Desai ve ark., 2016). Bu sebeple, dünya genelinde insanların günlük lif tüketim miktarını artıracak alternatif gıda maddeleri aranmaktadır.

Yaygın olarak tanıtılan ve tüketilen diyet lifi ürünleri, tahıllardan (kahvaltılık gevrekler, unlu mamuller, bisküviler, vb.) elde edilen ürünlerdir. Ancak, geçtiğimiz on yılda, meyvelerden (turunçgil, elma ve diğerleri) elde edilen yüksek diyet lifli materyaller piyasaya sürülmektedir. Meyve diyet lifleri, önemli miktarlarda biyoaktif bileşik (flavonoidler, karotenoidler, vb.) içermesi ve dengeli kompozisyonu (daha yüksek lif içeriği, çözüner/çözünmez diyet lifi oranı, su ve yağ tutma kapasiteleri, düşük enerji değeri ve fitik asit içeriği) nedeniyle hububat ürünlerinden daha iyi bir besinsel kaliteye sahip olduğu bildirilmiştir (Larrauri ve ark., 1996). Bu sebepten dolayı, çalışmamızda öncelikli olarak meyve suyu işleme endüstrisinden açığa çıkan atık ürünlerinin katma değeri oldukça yüksek olan fonksiyonel gıda üretimi için hammadde olarak kullanılıp kullanılamayacağı araştırılmıştır.

Diyetin birincil rolü, metabolik gereklilikleri yerine getirmek için besinler sağlamak olsa da, sağlığı ve sağlık durumunu iyileştirmek için gıdaların kullanımı, son otuz yıldır toplum tarafından giderek kabul edilen bir fikirdir. Gıdaların yeniden üretilmesindeki değişim, fonksiyonel gıdalar kavramının ortaya çıkmasına yol açmış ve bu tür gıda ürünleri için daha yüksek bir tüketici talebine neden olmuştur. Şu anda, fonksiyonel bileşenler veya diyet takviyeleri olarak kullanılacak ve biyolojik aktivitesi olan çok çeşitli bileşikler bulunmakla birlikte, günümüzde, bu bileşenler sadece beş kategoride sınıflandırılabilir: fitokimyasallar, probiyotikler, prebiyotikler, çoklu doymamış yağ asitleri ve peptidler/proteinler (Rodriguez-Costa ve ark., 2018).

Bu gruplar arasında, prebiyotik grup, son yıllarda, dünya nüfusunun yüksek bir kesiminin, özellikle yaşlanma süreciyle ilişkili olan gastrointestinal sistem ile ilgili ciddi sorunlara sahip olmasından ve bağırsak işlevi üzerindeki etkisinden dolayı büyük ilgi görmüştür. İnsan kolon mikrobiyotasının, sağlığın korunmasında önemli bir rol oynadığı iyi bilinmektedir, çünkü bağırsaktaki mikrobiyota bileşimi ve metabolik aktivitedeki değişikliklerin, insanlarda bazı hastalıkların gelişiminin temeli olduğu düşünülmektedir (Rodriguez-Costa ve ark., 2018).

İnsan bağırsak mikrobiyotaları, sağlık açısından fizyolojik olarak önemli olan ve insan vücudunun fonksiyonel bir organı gibi hareket eden binlerce farklı mikrobik suştan oluşmaktadır. Epitelyum ve vücuda enerji sağlayan asitler olan kısa zincirli yağ asitleri (SCFA'lar) üretimi patojenik bakteriler tarafından kolonizasyonu önleyen, gıda bileşenlerinin sindirim ve emilimine yardımcı olan ve bağışıklık sisteminin uyarılması gibi faydalı sağlık etkilerine sahiptirler (Tuncil ve ark., 2017).

SCFA'lar, ince bağırsakta emilmeyen/sindirilmemiş gıda bileşenlerinden fermentasyon ürünleri olarak, kalın bağırsaktaki bağırsak mikrobiyotaları tarafından üretilen uçucu yağ asitleridir, bunlar, altıdan daha az karbon içeren, düz ve dallı zincirli konformasyon gösterir. Asetik asit (C2:0), propiyonik asit (C3:0) ve bütirik asit (C4:0), kolonda bulunan SCFA'nın %90-95'ini temsil etmektedir (Ríos-Covián ve ark., 2016). Diyet lifleri yoluyla diyetin, kolonik mikrobiyota bileşiminin dengede tutulması açısından önemli olduğu ve yararlı sağlık sonuçları sağladığı konusunda artan bir ilgi vardır (Desai ve ark., 2016). Ayrıca, diyet liflerinin seçici tüketimi bağırsakta istenen ve kolondaki türlerin dengesini etkileyen mikrobik grupları belirler (Koropatkin ve ark., 2012). Bunun nedeni, diyet liflerinin kimyasal yapıları ve bağ tipleri bakımından farklılık göstermesi ve bağırsak mikroorganizmalarının kullanım kabiliyetlerinin, spesifik lif türleri için karbohidrazları ve ilişkili proteinleri kodlayan gen içeriğine bağlı olmasıdır. Buna göre, hem in vitro hem de in vivo olarak, bazı yararlı türlerin (yani bifidobakteriler, laktobasil) teşvik edilmesiyle kolonik mikrobiyota kompozisyonunu değiştiren diyet liflerini tanımlamak ve SCFA'ların üretimini ve tipini maksimize etmek için birçok araştırma yapılmıştır (Worthley ve ark., 2009; Davis ve ark., 2010; Yang ve ark., 2013).

İnsan bağırsağında, milyonlarca bakteri, bileşimi her bireye özgü olan mikrobiyota katkıda bulunur. Bağırsak mikrobiyota bileşimini belirlemede önemli bir faktör diyetdir. Batı diyetleri, geleneksel diyetlerden önemli ölçüde farklı mikrobiyota kompozisyonları içermektedir. Şu anda hangi gıda bileşenlerinin bağırsakta yararlı bakterilerin büyümesini ve işlevselliğini teşvik ettiği bilinmemektedir. İnsan bağırsak mikrobiyotaları, diyetin çeşitliliğinden önemli derecede etkilenir. Bakteriyel metabolizmanın son ürünleri, özellikle vitaminler ve kısa zincirli yağ asitleri (SCFA), insan sağlığı için hayati öneme sahiptir. Bağırsak bakteriyel metabolizmasının bu ürünlerinin çoğunun sağlığı geliştirici etkileri olduğu için, araştırmalar, bakteri

çeşitliliğini arttıran ve yararlı bakterilerin büyümesini destekleyen diyet örneklerini tanımlamayı amaçlamaktadır (Graf ve ark., 2015).

Diyet, bağırsak mikrobiyota bileşimini ve aktivitesini ve dolayısıyla sentezlenen SCFA'nın profilini etkiler, bu da insan sağlığı üzerinde derin bir etkiye sahiptir. SCFA'nın miktarı ve nispi bolluğu, sağlıklı bir durumun biyobelirteçleri olarak düşünülebilir. Örneğin, yüksek lif-düşük yağlı ve etli diyetler, azaltılmış lif alımına sahip diyetlerden daha fazla miktarda fekal SCFA varlığında karakterizedir (Ríos-Covián ve ark., 2016).

İnsan bağırsağı, bağırsak mikrobiyotası olarak adlandırılan kompleks bir mikrobiyal topluluğa sahiptir. İnsan kolonunda 1000'den fazla türe ait en az  $10^{14}$  mikroorganizma vardır. Bağırsak mikrobiyolojisi bağışıklık sistemi gelişimini etkiler, bağırsak patojenlerine karşı korur ve konakçıdaki metabolik yolları düzenler. Dahası, metabolik sendrom ve diyabet gibi birçok metabolik hastalığın yanı sıra kolon kanseri ve inflamatuvar barsak hastalığı gibi gastrointestinal hastalıklarla da ilişkilendirilmiştir. Bağırsak mikrobiyotalarının bileşimini etkileyen ve ana enerji kaynağı olan diyet lifleri bu hastalıkları önlemek veya tedavi etmek için kullanılabilir (Yang ve ark., 2013).

Çevresel kontaminasyonu azaltmak için tüketici bilincine katılan yeni prebiyotik bileşikler arayışındaki yüksek ilgi, özellikle gıda endüstrisindeki yan ürünlerden biyolojik kaynaklardan, fonksiyonel bileşenler olarak kullanılmak üzere yeni biyoaktif bileşiklerin elde edilmesine yönelik araştırmaları büyük ölçüde teşvik etmiştir. Bu anlamda, antioksidanlar ve daha spesifik olarak polifenoller, yakın zamandaki araştırmaların odaklandıkları bazı bileşiklerdir. Farklı çalışmalar, bu bileşiklerin çoğunun sindirilemez olması nedeniyle, kolonda spesifik bir aktivite uygulayabileceklerini göstermiştir (Rodriguez-Costa ve ark., 2018).

İnsan ve hayvan deneylerinden elde edilen epidemiyolojik araştırmalar ve deneysel kanıtlar, diyet lifinin (DL) kan kolesterol ve/veya glikozun azaltılması, laksatif etki ve azalan kolon kanseri riski, kalp hastalığı ve obezite dahil olmak üzere çeşitli sağlık yararlarına sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle, narenciye posası ve havuç posası gibi birçok gıda yan ürünü DL'nin iyi kaynakları olarak araştırılmıştır (Zhao ve ark., 2018).

Meyve ve sebzeler açısından zengin olan diyetin, kanser ve kardiyovasküler hastalıklar gibi önemli sayıda kronik hastalığın gelişmesini önlemede olumlu bir etki yarattığı kanıtlanmıştır. Bu koruyucu etki, yüksek derecede fonksiyonel bileşik konsantrasyonlarına bağlanmıştır. Tüketilen gıdalarda bulunan bileşenlerin etkin kullanımı için, bağırsak mikrobiyotası önemli bir rol oynar. Bu bağlamda prebiyotik oligosakkaritler, anahtar bileşikler olarak kabul edilir (Jovanovic-Malinovska ve ark., 2015).

Gıdaların üretim, işleme ve tüketim aşamalarında yüksek miktarda katı ve sıvı atık materyaller oluşmaktadır. Bu atık ve yan ürünleri gıda endüstrisinde değerlendirmek, günümüzde oldukça önem kazanan bir konu haline gelmiştir. Gıda proses atıklarının sebep olduğu depolama problemi ve çevre kirliliği gün geçtikçe artmakta ve değerli bazı besin öğelerinin kaybına neden olmaktadır. Geçmişte atıklar, herhangi bir işlem uygulanmaksızın hayvan yemi veya gübre olarak kullanılır ya da doğrudan doğaya atılırlardı. Son yıllarda ise, bu atıkların değerlendirilmesine yönelik yeni yöntemler geliştirilmiş ve çevreyi korumak bununla birlikte ekonomik kazanç sağlamak için yeni yasa ve düzenlemeler konulmuştur (Laufenberg ve ark., 2003).

Günümüzde çeşitli besin öğelerince zengin olan meyve-sebze endüstrisi atıkları fonksiyonel gıda bileşeni olarak ya da farklı amaçlarla kullanım alanı bulmaktadırlar (Schieber ve ark., 2001). Gıda ve diğer ürünlerin üretim maliyeti, üreticinin sürecin tüm ürünlerinden değer elde etme yeteneğine giderek daha fazla bağımlı hale gelmektedir. Birçok gıda işleme tesisi için, gıda işleme atıklarının büyük bir kısmı üretilmekte ve bunların çoğu halihazırda düşük bir teknolojik ve ekonomik seviyede kullanılmaktadır. Gıda işleme atıkları, diyet lifi, antioksidanlar, esansiyel yağ asitleri, antimikrobiyaller, mineraller gibi uygun teknolojik, besinsel ve fonksiyonel özelliklerinden dolayı kullanılabilir değerli bileşiklerin önemli kaynaklarıdır (Laufenberg ve ark., 2003).

Elma posası, portakal kabuğu gibi pek çok meyve ve sebze atığı, bağırsak sorunları, kanser ve diyetle ilgili sağlık sorunları gibi birçok hastalığı önleyen ve tedavi eden diyet lifi bakımından zengindir (Larrea ve ark., 2005; Wang ve Thomas, 1989). Elma posası (Wang ve Thomas, 1989) ve portakal posası (Larrea ve ark., 2005) gibi çeşitli besinsel lif kaynakları, besinsel, fonksiyonel ve teknolojik özellikleri için

fırıncılık ürünlerine dahil edilmiştir. Bu bağlamda, bu çalışma tarafından sunulan bilgiler gıda sektöründe meyve atığı diyet liflerinin potansiyel uygulamaları hakkında yararlı bilgiler sağlayacaktır.

Son yıllarda, çeşitli çalışmalar, fonksiyonel gıdaların, yani pre-, pro- ve sinbiyotiklerin, sağlığın korunmasına veya hastalığın önlenmesine katkıda bulunabileceğini göstermiştir. Probiyotikler, yeterli miktarlarda uygulandıklarında, konakta bir sağlık yararı sağlayan canlı mikroorganizmalardır. Kolonik mikrobiyotanın doğal bileşenleri olan Bifidobacterium ve Lactobacillus'a ait suşlar, birçok fonksiyonel gıda ve diyet takviyesinde en yaygın kullanılan probiyotik bakterilerdir (Vitali ve ark., 2012).

Prebiyotikler, konakçı sağlığını arttırabilen kolonda sınırlı sayıda bakterinin seçici olarak uyarılması ve/veya aktivitesini seçici olarak uyararak konakçıyı faydalı şekilde etkileyen sindirilemeyen gıda bileşenleri olarak tanımlanmaktadır. Prebiyotikler için hedef cinsler genellikle bifidobakteriler ve laktobasillerdir. Avrupa'da en yaygın kullanılan prebiyotikler, kuşkonmaz, pırasa, enginar, soğan ve sarımsak gibi çeşitli sebzelerde doğal olarak bulunan frukto-oligosakkaritlerdir (FOS). Genel olarak, pre ve probiyotik uygulama, karbonhidrat fermentasyonunun (yani kısa zincirli yağ asitleri) son ürünlerine atfedilen yararlı etkiler nedeniyle kolonik mikrobiyotanın sakkarolitik aktivitesini arttırmayı amaçlamaktadır. Eşzamanlı olarak, potansiyel olarak toksik metabolitlerin oluşumu ile sonuçlanan proteolitik fermantasyonun azaltılması beklenmektedir (Vitali ve ark., 2012).

Diyet lifleri sadece besinsel özellikleri için değil, aynı zamanda fonksiyonel ve teknolojik özellikleri için de yararlıdır ve aynı zamanda gıda maddeleri olarak kullanılmak üzere tarım ürünlerini ve yan ürünlerini geliştirmek için de kullanılabilirler (Schieber ve ark., 2001). Bu nedenle, her bir ürünün bireysel özelliklerini elde etmek için diyet lifinin farklı kaynaklardan işlevsel özellikleri üzerinde çalışılmalıdır. Meyve suyu endüstrisi, kullanımlarında sorunlara neden olabilecek önemli miktarda yan ürün üretmektedir. Genellikle, bu ürünler hayvan beslemede kullanılmaktadır. Bununla birlikte, yüksek miktarda diyet lifi içeren meyve atıkları, gıda endüstrisi için yeni prebiyotik bileşenler geliştirmede yüksek potansiyele sahip kaynaklardır.

Son zamanlarda prebiyotik bileşenler ile kombine probiyotik mikroorganizmalar içeren fonksiyonel gıda ürünlerinin geliştirilmesi için artan bir ilgi bulunmaktadır. Bu tür kombinasyonlar, insan sağlığının geliştirilmesi için büyük bir potansiyel göstermektedir ve yoğurt gibi süt ürünlerine dahil edilerek tüketiciye kolayca sunulabilmektedir. Yoğurt, dünya çapında tüketilen fermente bir süt ürünüdür. Özellikle prebiyotik maddeler ve probiyotik bakterilerle takviye edildiğinde, yüksek besin değerine sahip olduğu ve sağlığa önemli faydaları olduğu birçok çalışmada kanıtlanmıştır.

Günümüzde, tüketiciler hoş lezzet, düşük kalorili değer veya düşük yağ içeriği ve faydalı sağlık etkileri gibi giderek artan özelliklere sahip gıdalar talep edilmektedir. Bu bağlamda, gıda endüstrisi gelişmiş lezzet ve görünüm sunan ürünler sunmaya çalışmaktadır. Son yıllarda, süt endüstrisinde diyet yardımcıları olarak probiyotik mikroorganizmaların kullanılmasına olan ilgi artmıştır. Buna ek olarak, fonksiyonel süt ürünleri, probiyotiklerin yanı sıra prebiyotikler olarak bilinen belirli tipte çözünebilir liflerin eklenmesiyle güçlendirilen sağlık ve sağlık yararları sunmaktadır. Gıda lifleri için belirlenen miktarlar, katı gıdalarda en az %3-6 (a/a) ve sıvı gıdalarda %1.5-3 (a/a) düzeyindedir (Oliveira ve ark., 2009).

Pro ve prebiyotik içeren yoğurdun bağışıklık sistemini ve bağırsak sistemini güçlendirmek, laktoz sindirimini desteklemek ve enflamatuvar bağırsak hastalığını ve alerjileri hafifletmek gibi birçok yararlı etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Bu sağlık yararlarına ek olarak, yoğurdun fiziksel özellikleri, görünümü ve tadı tüketici kabul edilebilirliği için önemli faktörlerdir. Starter kültürlerin yapı, lezzet, asit üretimi, fermantasyon sırasında ve hatta depolama sırasında, işlem koşullarını değiştirerek veya ek katkı maddeleri ekleyerek değiştirilebilir. Yoğurtların besin değerini veya teknik uygulamalarını (veya her ikisini) belirleyen bileşenler arasında süt proteini, prebiyotikler ve bitkiler bulunmaktadır (Oh ve ark., 2016).

Son zamanlarda, araştırma çabaları bitkilerden prebiyotikler bulmaya odaklanmıştır, ancak sadece birkaç çalışma yoğurt işlemede bitki ve ekstrelerin fonksiyonel ve prebiyotik özelliklerini göstermiştir. Bitki ekstralarının, antimikrobiyal ve antioksidan etkiler gibi sağlığı geliştirici özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle, laktik asit bakterilerinin (LAB) büyümesini uyarıcı bitki ekstralarından elde



edilen yeni prebiyotikler gereklidir. Yoğurt üretimi için yeni doğal prebiyotik kaynaklar arasında meyve suyu endüstrisi atıkları potansiyel kaynaklardır.

Diyet lif katkılı gıdalar ABD ve Avrupa başta olmak üzere birçok ülkede ve Türkiye’de de tercih edilen ürünler haline gelmiştir. Bu amaçla dünya da değişik bitkisel kaynaklı lifler ekstrakte edilerek günlük tüketilen belirli gıdalara ilave edilmektedir. Türkiye’de ise henüz bu konu üzerinde durulmamış ve diyet lif üretimi ile ilgili ayrıntılı çalışmalar yeterli düzeyde yapılmıştır.

**Çizelge 1.1** Tez Kapsamında Seçilen Meyve Atıklarının Besinsel Kompozisyonu

Besin (g/100g)	Elma (Bhushan ve ark., 2008)	Şeftali (Pagan ve Ibarz, 1999)	Kayısı (Kayran ve Doymaz, 2017; Tamura ve ark., 2011)	Üzüm (Deng ve ark., 2011; Tseng ve Zhao, 2012)
<b>Diyet lifi</b>	<b>51.10</b>	<b>54.2</b>	<b>62.2</b>	<b>56.31</b>
Suda çözünen	14.60	19.1	3.1	1.72
Suda çözünmeyen	36.50	35.4	59.1	54.59
Protein	2.94–5.67	7.5	4.87	6.54-12.34
Yağ	1.20–3.90	< 3	1.37	1.14-6.33
Kül	0.50–6.10	3.0	4.37	2.53-7.59
Nem	3.90–10.80	7.0	4.61	4.93-6.26

Bu bağlamda, bu çalışma tarafından sunulan bilgiler gıda sektöründe meyve atığı diyet liflerinin potansiyel uygulamaları hakkında yararlı bilgiler sağlayacaktır. Bu sebepten dolayı, çalışmamızda öncelikli olarak meyve suyu işleme endüstrisinden açığa çıkan atık ürünlerinin katma değeri oldukça yüksek olan fonksiyonel gıda (prebiyotik gıda katkı maddesi) üretimi için hammadde olarak kullanılıp kullanılamayacağı araştırılmıştır. Bu doğrultuda, meyve suyu atıklarından (elma posası, şeftali posası, kayısı posası ve üzüm posası) diyet lifleri ekstrakte edilmiş ve ekstrakte edilmiş olan diyet liflerinin monosakkarit bileşimi ve bu liflerin in vitro şartlar altında kalın bağırsak mikroflorası ile fermantasyona tabi bırakılması suretiyle kısa zincirli yağ asitlerine etkisi belirlenmiştir. Bahsi geçen meyve suyu atıklarını kullanmak istememizin sebebi, diyet lifi içeriklerinin yüksek olmasıdır (Çizelge 1.1).

Diyet liflerince zengin meyve posalarının gıda sanayinde fonksiyonel katkı maddesi olarak kullanım potansiyelini test etmek için yoğurt model gıda ürünü olarak

kullanılmıştır. Yoğurdu model ürün olarak seçmemizin sebebi ise şu şekilde açıklanabilir: Yoğurt, dünya çapında tüketilen fermente bir süt ürünüdür. Özellikle prebiyotik maddeler ve probiyotik bakterilerle takviye edildiğinde, yüksek besin değerine sahip olduğu ve sağlığa önemli faydaları olduğu birçok çalışmada kanıtlanmıştır. Günümüzde, tüketiciler hoş lezzet, düşük kalorili değer veya düşük yağ içeriği ve faydalı sağlık etkileri gibi giderek artan özelliklere sahip gıdalar talep edilmektedir. Bu bağlamda, gıda endüstrisi gelişmiş lezzet ve görünüm sunan ürünler sunmaya çalışmaktadır (Oliveira ve ark., 2009).

Bu bağlamda bu çalışmada ikinci olarak meyve suyu işleme atıklarını diyet lifi kaynağı ve potansiyel prebiyotik ürün olarak yoğurda ilave ederek raf ömrü süresince fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özelliklerine ayrıca monosakkarit bileşimine ve de kolonik mikrobiyal fermentasyon sonucu açığa çıkan kısa zincirli yağ asitleri oluşumuna etkisini belirlemek amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

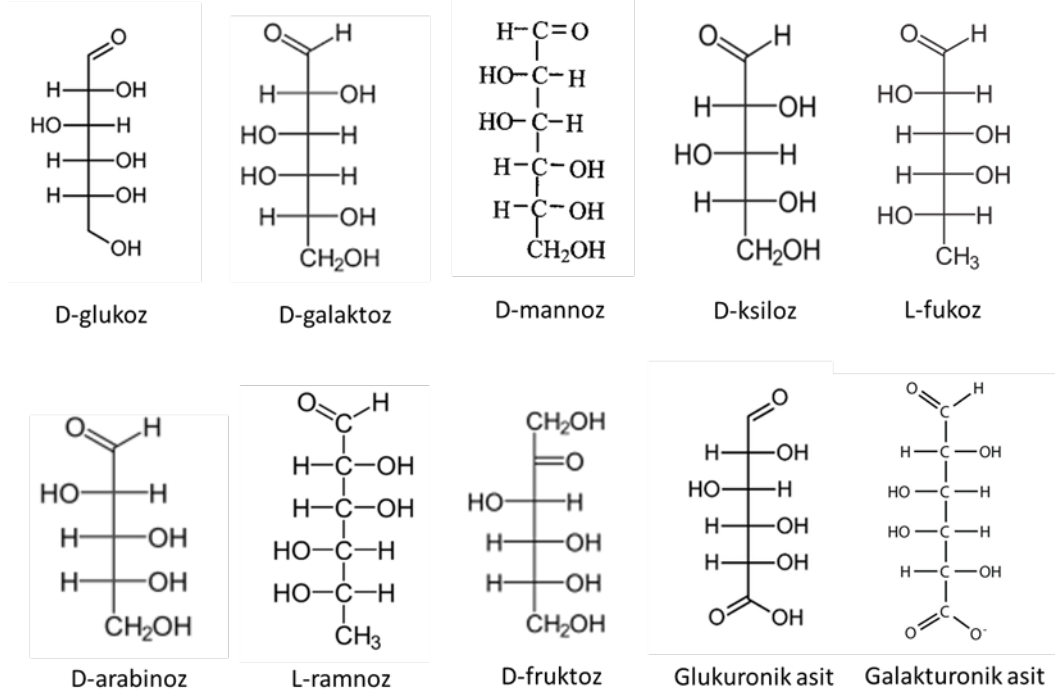
### 2.1 Diyet Lifi

"Diyet lifi" terimi ilk olarak 1953'te ortaya çıkmıştır ve selüloz, hemiselülozlar ve lignini içermektedir (Champ ve ark., 2003). Diyet lifi, midede veya ince bağırsakta enzimler tarafından hidrolize edilmeyen karbonhidrat olarak tanımlanır ve tahıl taneleri, meyveler ve sebzeler gibi bitki materyalinin hücre duvarlarından kaynaklanan polisakkaritleri içermektedir (Pettolino ve ark., 2012). Diyet lifi türleri ayrıca kaynaklarına, çözünürlüklerine, fermente edilebilirliklerine ve fizyolojik etkilerine göre kategorize edilebilir. Diyet lifleri genellikle nişasta olmayan polisakkaritleri, oligosakkaritleri, lignini ve ilgili bitki maddelerini içermektedir (Champ ve ark., 2003). Bunlar geleneksel olarak tahıllar, baklagiller, meyve ve sebzelerden elde edilebilir. Dirençli nişasta, insan ince bağırsağındaki bileşen şeker olan glukozu sindirime direnç gösterdiği ve değişmeden kalın bağırsağa geçtiği için diyet liflerine de dahil edilir (Ferguson ve ark., 2001).

#### 2.1.1 Diyet Lifi Bileşimi ve Türleri

Diyet lifi esas olarak, selüloz, hemiselülozlar ve pektinler dahil bitki hücre duvarlarının bileşenleri olan karbonhidrat polimerlerinden (nişasta olmayan polisakkaritler) ve ayrıca sakızlar ve müsilağlar gibi bitki veya alg kökenli diğer polisakkaritlerden ve inulin gibi oligosakkaritlerden oluşmaktadır (Theuwissen ve Mensink, 2008).

Karbonhidratlar ve dolayısıyla diyet lifleri, monosakkarit bileşimine, anomerik konfigürasyonlara, bağlantı tiplerine, doğrusal zincir uzunluklarına, dal zinciri bileşimlerine ve indirgeyici terminal eklerine dayalı olarak farklı yapısal özellikler taşır. Diyet lifi polisakkaritleri ve oligosakkaritler genellikle nispeten az sayıda monosakkaritten (esas olarak glukoz, galaktoz, mannoz, fruktoz, arabinoz, ksiloz, ramnoz, fukoz ve bunların üronik asit formlarından bazıları) oluşmasına rağmen, iki şeker birimi arasında ve bunların bir sonraki düzeydeki oligomerik ve polimerik yapıları içeren daha büyük yapısal birimleri arasında bir dizi olası bağlantı kombinasyonları mevcuttur. Ortaya çıkan çok sayıda olası yapı nedeniyle, diyet lifi doğada bulunan en heterojen ve çeşitli ilişkili molekül gruplarından biridir.



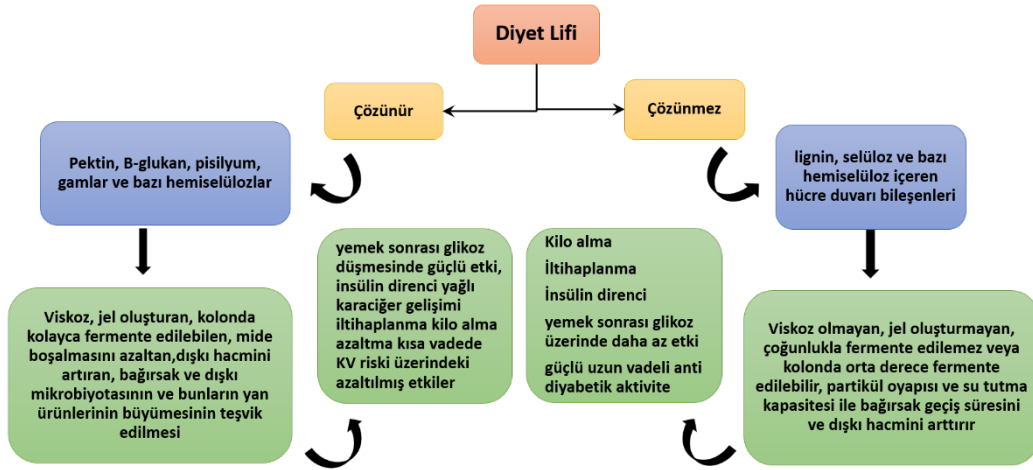
**Şekil 2.1** Önemli Monosakkaritlerin Yapısı

Diyet liflerinin kimyasal yapılarındaki çeşitlilik, bağırsak mikrobiyotası tarafından kullanımlarını etkiler, çünkü bakteriler, basit şekerler elde etmek için bu karmaşık moleküllerin yapısındaki bağlantıları parçalamak için farklı yeteneklere sahiptir (Tuncil, 2016). Diyet lifleri suda çözünen ve suda çözünmeyen olmak üzere iki grup altında incelenmektedir. Çözünür lifler pektinler, beta-glikan, gamlar, guar lifleri, inülin ve dirençli nişasta içerirken, çözünmeyen lifler lignin, selüloz ve hemiselüloz içermektedir (Prasad ve Bondy, 2019).

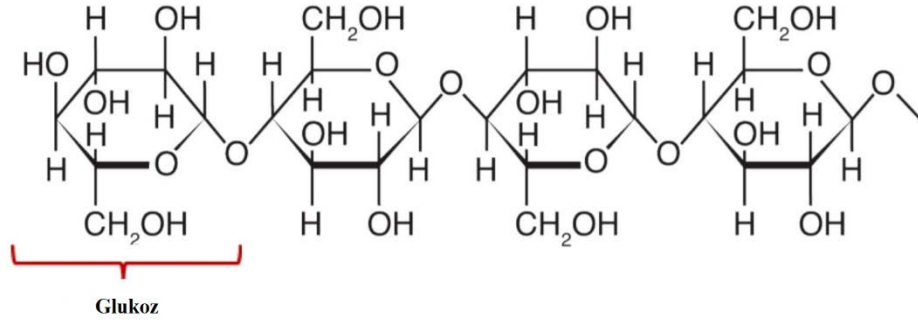
Diyet lifi içeren gıdalarda çözünür ve çözünmez lifler farklı oranlarda bulunmaktadır. Çözünür lif grubundan pektin, elma, ayva vb. besinlerde; gamlar, reçinede;  $\beta$ -glukan, yulaf vb. besinlerde; musilajlar, bitkilerde; dirençli nişasta, kuru baklagillerde bulunmaktadır. Çözünmez diyet lif grubundan selüloz, kepekte; hemiselüloz, tahıllarda ve lignin ise buğdayda bol miktarda yer almaktadır (Rodríguez ve ark., 2006). Suda çözünmeyen özellikteki diyet lif bileşeni olan selüloz, lignin ve hemiselüloz, arpa, yulaf, baklagiller, buğday ve birçok tahıl ürünü ile sebzelerde fazla miktarda bulunurken; suda çözünen diyet lif bileşiklerini oluşturan pektin ve gum maddeleri ise meyvelerde yoğun olarak bulunur. Bunun yanı sıra gıdalardaki diyet

lifinin yaklaşık %75'lik kısmının çözünmeyen özellikte olduğu bildirilmiştir (Figuerola ve ark., 2005).

Selüloz, doğada bulunan en bol polisakkarittir. Çoğu bitkinin hücre duvarının önemli bir bileşenidir ve dolayısıyla meyvelerde, sebzelerde ve tahıllarda bulunur. Molekül başına 10 000 adede kadar glikoz monomer biriminden oluşan doğrusal ve dallanmamış bir polisakkarittir. Doğrusal moleküller, uzun lifler kadar birbirine yakın paketlenmiştir ve çok çözünmezdir ve insan enzimleri tarafından sindirime dirençlidir. Selüloz, tahıllarda ve meyvede diyet lifinin yaklaşık dörtte birini ve sebze ve kabuklu yemişlerde üçte birini oluşturur. Buğday kepeği zengin selüloz veya çözünmeyen lif kaynağıdır (Ferguson ve ark., 2001). Suda çözünmez olduğundan, fekal hacminin artmasına yardımcı olan ve böylece düzenli bağırsak hareketlerini destekleyen suyu bağlama kabiliyetine sahiptir. İnsanlar selülozu sindiremese de, kısmen sindirimi faydalı mikroflora tarafından bağırsakta gerçekleşir. Selülozun yaklaşık %50'si kolondaki doğal fermantasyonla parçalanır ve bağırsak hücrelerimizi besleyen önemli miktarda kısa zincirli yağ asitleri üretir (Mudgil ve Barak, 2013).

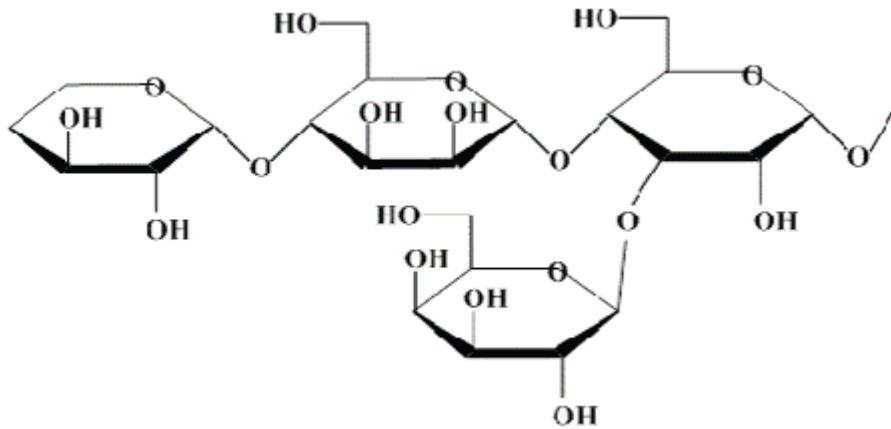


Şekil 2.2 Diyet Liflerinin Sınıflandırılması ve Sağlığa Yararlı Etkileri (Gowd ve ark., 2019)



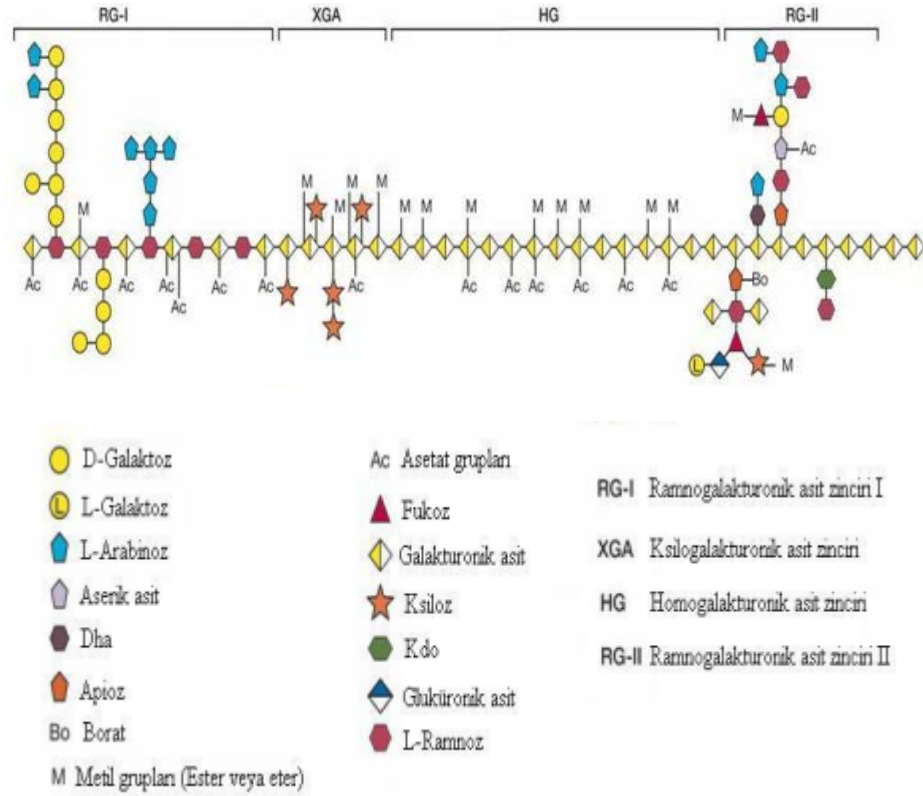
**Şekil 2.3** Selülozun Yapısı

Selüloz gibi hemiselülozlar da bitki hücre duvarının bir bileşen polisakkaritidir. Ancak, glikoz dışında monomer birimlerine sahip olması bakımından selülozdan farklıdır. Hemiselüloz, tipik olarak 50–200 pentoz birimi (ksiloz ve arabinoz) ve heksoz birimleri (glukoz, galaktoz, mannoz, ramnoz, glukuronik ve galakturonik asitler) içeren, selülozdan daha küçük hem doğrusal hem de dallı molekülleri içerir. Bu nedenle hemiselüloz adı, bitki besinlerinde suda çözünür ve çözünmez formlarda bulunan heterojen bir kimyasal yapı grubunu tanımlar (Hu ve ark., 2009). Sebzeler, meyveler, baklagiller ve sert kabuklu yiyeceklerdeki diyet lifinin yaklaşık üçte biri hemiselülozlardan oluşur. Hemiselülozlar, dışkıının hidrasyonunu artırarak düzenli bağırsak hareketlerini destekler. Hemiselülozlar ayrıca bağırsaktaki kolesterolü doğrudan bağlayarak kolesterol emilimini engeller (Mudgil ve ark., 2012). Bağırsaktaki bakteriler hemiselülozları sindirerek bağırsaktaki faydalı bakteri sayısını artırır ve kolon hücrelerinin yakıt olarak kullandığı ve kolesterolü düşürdüğü kısa zincirli yağ asitleri oluşturur (Mudgil ve Barak, 2013).



**Şekil 2.4** Hemiselülozun Yapısı

Pektinler, bitki hücre duvarlarının yanı sıra meyve ve sebzelerin dış kabuğunda bulunan polisakkaritlerdir, örneğin portakal kabuğu %30, elma kabuğu %15 ve soğan kabuğu %12 pektin içerir. Pektinler esas olarak ramnoz birimleri ile serpiştirilmiş galakturonik asit zincirlerinden oluşur ve pentoz zincirleri ve heksoz birimleri ile dallanmıştır (Ridley ve ark., 2001). Sıcak suda çözünürler ve daha sonra soğutulduklarında jel oluştururlar, bu nedenle çeşitli gıda ürünlerinde jelleştirici ve koyulaştırıcı ajanlar olarak kullanılırlar. Pektinin kolesterol düşürücü etkileri jel oluşturma kapasitesinden kaynaklanmaktadır. Pektin, bağırsaktaki kolesterol ve safra asitlerini bağlayarak ve bunların atılımını artırarak kolesterolü düşürür (Mudgil ve Barak, 2013).



**Şekil 2.5** Pektinin Yapısında Yer Alan Polisakkaritlerin Şematik Görüntüsü (Wiederschain, 2009)

Pektin, tahıllarda ise düşük miktarda bulunurken meyve ve sebzelerde yüksek oranda bulunmaktadır. Ticari pektin preparatları genellikle elma posasından ve turunçgil meyve kabuklarından ekstrakte edilmektedir. Bu preparatlar, gıda endüstrisinde başta jel maddesi olmak üzere geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Moleküldeki karboksil grupları metil alkolle farklı oranlarda esterleşmiştir. Pektinin

kalitesi ve kullanım alanları, esterleşme derecesine, metoksil miktarına, galakturonik asit miktarına ve molekül ağırlığına göre değişmektedir (Dülger ve Gahan, 2011).

Lignin, Suberin ve Kutin, sadece bazı hücre türlerinde bulunan kompleks yapıdaki polimerlerdir. Bitkilerde oldukça düşük oranda bulunmalarına karşın, kalın bağırsakta kanser oluşumuna karşı koruyucu olmaları nedeniyle önem taşımaktadırlar. Hücre duvarına hidrofobik özellik kazandırdığı bilinen lignin, suberin veya kutinin aynı zamanda hücre duvarı polisakkaritlerini bağırsak bakteri enzimlerine karşı koruduğu da bilinmektedir. İnülin, başlıca hindiba, sarımsak, soğan ve pırasada bulunmaktadır bunun yanı sıra inülin ve oligofruktozun sakkaritlerin sindirimini yavaşlattığı, kan şekeri seviyesini dengede tuttuğu bildirilmiştir. İnülin prebiyotik özelliği nedeniyle gıda sanayinde çok yaygın bir kullanıma sahiptir (Dülger ve Gahan, 2011).

### **2.1.2. Diyet Liflerinin Fizikokimyasal Özellikleri**

Diyet liflerinin su tutma, yağ bağlama, su alarak şişme gibi fizikokimyasal özellikleri, kullanıldıkları gıda üretim prosesi açısından çok önemlidir. Su tutma özelliği diyet lifinin kimyasal ve fiziksel yapısına, elde edilirken uygulanan prosese göre değişkenlik gösterir. Pektin içeriği zengin bir diyet lifi, pektik bileşenlerin hidrofilitesi nedeniyle diğer liflerden daha fazla su tutma kapasitesine sahiptir (Tosh ve Yada, 2010). Polisakkaritlerin çözelti içindeki çözünürlükleri ve viskoziteleri gibi fizikokimyasal özellikleri önemlidir; çözünür hücre duvarı polisakkaritlerinin insan sağlığı için özellikle faydalı olduğuna inanılmaktadır (Pettolino ve ark., 2012).

Diyet lifleri, suyla karıştırıldığında (çözünür) veya karıştırılmadığında (çözünmez) bir çözelti oluşturup oluşturmadıklarına göre çözünür veya çözünmez olarak sınıflandırılır. Çözünür diyet lifleri arasında pektik maddeler, sakızlar, müsilaj ve bazı hemiselülozlar bulunurken, selüloz, diğer hemiselüloz türleri ve lignin çözünmeyen fraksiyona dahil edilir. Diyet liflerinin çözünür ve çözünmez doğası, teknolojik işlevselliklerinde ve fizyolojik etkilerinde farklılıklar içerir. Çözünür lifler, viskoziteyi artırma ve glisemik yanıtı ve plazma kolesterolünü azaltma kapasiteleri ile, çözünmeyen lifler ise, porozite, düşük yoğunlukları ve dışkı hacmini artırma ve bağırsak geçişini azaltma yetenekleri ile karakterize edilir. Çözünmez diyet lifi ile karşılaştırıldığında, gıda işlemede çözünür fraksiyon, daha yüksek viskozite sağlama



kapasitesi, jel oluşturma ve/veya emülgatör olarak hareket etme yeteneği gösterir, ne kötü bir dokuya ne de kötü tada sahiptir ve işlenmiş yiyeceklere ve içeceklere dahil edilmesi daha kolaydır (Mudgil ve Barak, 2013).

Diyet liflerinin su tutma özellikleri, sindirim sistemindeki fermentasyonu, su tutma kapasitesi ve su alarak şişme kapasitesi ile ilgilidir (Cui ve ark., 2019). Su emilimi, diyet lifinin kinetik olarak alabileceği su miktarı olarak tanımlanırken, diyet lifinin gözenek hacmiyle ilgiyi ayrıntılı bilgi verir. Su tutma kapasitesi, belirtilen sıcaklık, ıslatma süresi, santrifüj süresi ve hızı gibi koşullar altında bir gram kuru lif tarafından tutulan suyu ifade etmektedir (Elleuch ve ark., 2011). Su tutma kapasitesi, diyet liflerinin en önemli fizikokimyasal özelliklerinden biridir ve gıda işlemeyi ve bunların in vivo fizyolojik özelliklerini etkiler. Diyet liflerinin su tutma kapasitesi gözenek hacmini yansıtır ve bağırsak geçişi sırasındaki davranışları hakkında fikir verir (Lv ve ark., 2017). Su alarak şişme özelliği ise, volümetrik silindir içinde diyet lifinin gece boyunca suda bekletilmesiyle ölçülen hacim artışıyla belirlenen değerdir (Elleuch ve ark., 2011).

Yağ tutma kapasitesi, karıştırma, yağ ile inkübasyon ve santrifüjleme sonrasında lifler tarafından tutulan yağ miktarıdır. Yağ tutma kapasitesi, diyet liflerinin bağırsak lümenindeki yağı adsorbe ederek serum kolesterol seviyesini düşürme kabiliyetiyle ilgilidir (Wang ve ark., 2015). Yüksek yağ tutma kapasiteli diyet lifleri, gıda emülsiyonlarını stabilize etmek ve gastrointestinal sistemde yağ sindirimini ve emilimini azaltmak için kullanılabilir (Cui ve ark., 2019).

Fermente edilebilirlik, diyet liflerinin kalın bağırsakta kısa zincirli yağ asitlerine mikrobiyal olarak parçalanmasıdır. Suda çözünür lifler (pektin gibi) bağırsak bakterileri tarafından kolayca fermente edilirken suda çözünmeyen lifler (selüloz gibi) fermente edilememektedir. Oldukça dallanmış bir kompleks molekül olan pektin, kolonik bakteriler tarafından üretilen çoklu glikosidazlar tarafından fermente edilebilmektedir. Selüloz, sindirim enzimlerine erişimi kısıtlayabilen doğrusal bir glikoz zinciri içerir. Selüloz kalın bağırsakta düşük çözünürlük gösterir ve fermente olmaz, bu nedenle dışkı hacmine önemli ölçüde katkıda bulunur. Kalın bağırsağa ulaşan diyet liflerinin türü, bağırsak mikrobiyotası üzerinde önemli bir etkiye sahiptir ve kısa zincirli yağ asitlerinin üretimini ve ayrıca bağırsak sağlığını etkiler. Diğer

faktörler (örneğin, moleküler ağırlık, çözünürlük, metoksil, glikozidik bağ tipi) de diyet liflerinin fermente edilebilirliğini etkiler. Daha yüksek fermente edilebilir diyet lifi içeriğine sahip gıdaların geliştirilmesi, diyet lifi alımını artırabilir ve bağırsak mikrobiyal çeşitliliğini artırarak insan sağlığına fayda sağlayabilir (Cui ve ark., 2019).

### **2.1.3 Diyet Lifi Eldesinde Analitik Yöntemler**

Gıdalardaki diyet liflerinin belirleme yöntemleri üç kategoriye ayrılabilir: enzimatik olmayan-gravimetrik, enzimatik-gravimetrik ve enzimatik-kimyasal yöntemler. Daha sonra enzimatik-kolorimetrik ve enzimatik-kromatografik (GLC/HPLC) yöntemleri içerir. Günümüzde diyet lifi ölçümü için en yaygın kullanılan yöntemler enzimatik-gravimetrik (AOAC) yöntemi ve enzimatik-kimyasal yöntemlerdir (Elleuch ve ark., 2011).

Bilimsel topluluğun gastrointestinal sistemdeki diyet lifinin etkilerine, özellikle statik ve dinamik in vitro yöntemler, hücreler ve ex-vivo modeller, hayvanlar ve insan çalışmaları kullanarak mikrobiyota profilinde yaptığı değişikliklere artan bir ilgi vardır. Bununla birlikte, hayvan çalışmaları ve insan denemeleri, oldukça karmaşık fizyolojik ortamların incelenmesine izin verse de, kolondaki fonksiyonel diyet bileşenlerinin mikrobiyal bozunmasının etkilerini ve olası mekanizmalarını inceleme yetenekleri sınırlıdır. Fareler veya domuzlar kullanılarak yapılan deneysel hayvan modelleri, etik ve finansal nedenlerden dolayı her zaman mümkün değildir ve bu modelleri kullanan çalışmaların sonuçları tutarsız olabilir. Bu nedenle, in vitro fermantasyon modelleri, gastrointestinal sistemdeki mikrobiyal bileşimi ve aktiviteyi yakından taklit etme dahil benzersiz avantajlar sunar ve in vivo çalışmalara alternatifler olarak önerilmiştir. In vitro modeller nispeten basittir, etik bir çelişkisi yoktur, etkili bir şekilde kontrol edilebilir, diğer bileşenlerin müdahalesini önleyebilir ve zaman içinde dinamik örnekleme izin verebilir. Bununla birlikte, insan kolon ve konakçı bağırsak mikrobiyota etkileşimlerinin karmaşıklığı bu modellerde fazla veya az tahmin edilebilir. Bu nedenle, in vitro modeller, mikrobiyotanın belirli substratları nasıl kullandığını incelemek için benzersiz fırsatlar sunar; bu, etik sorunlar nedeniyle insan klinik deneylerinde yapılması zordur. Ayrıca, in vitro fermantasyon modelleri, belirli substratların fermantasyonundan sonra mikrobiyota tarafından üretilen metabolitlerin kantitatif ölçümlerine izin verir ve bu, konakçı sağlığı için önemli

çıkarımlara sahiptir. Bununla birlikte, in vitro modeller epitelyal veya immün hücreleri içermez, bu da kolondaki metabolit fonksiyonları çalışmalarına uygulanabilirliğini sınırlar (Jonathan ve ark., 2012; Wang ve ark., 2019a).

### **2.1.3.1 Enzimatik Olmayan Gravimetrik Yöntemler**

Bu yöntemler en eski yöntemlerdir ve ham lif, asit deterjan lif ve nötr deterjan lifi içermektedir. Suda çözünür bileşenleri ölçmezler ve bu nedenle diyet lifi içeriğini olduğundan az tahmin ederler. Ham selüloz, hidrolitik veya oksidatif işleme kimyasal ayırışmadan sonra kalan kalıntıdan oluşur. Asit deterjan lif yöntemiyle lignin, selüloz ve asitte çözünmeyen hemiselülozun toplamı olarak ölçülür; nötr deterjan yöntemi ise lignin, selüloz ve nötr deterjanda çözünmeyen hemiselülozun toplamı olarak lifi ölçer (Elleuch ve ark., 2011).

### **2.1.3.2 Enzimatik-Gravimetrik Yöntemler**

Bu mevcut gravimetrik yöntemdeki temel adımlar, nişasta ve proteinin uzaklaştırılması için enzimatik işlemleri, sulu etanol ile çözünür diyet lifi bileşenlerinin çöktürülmesini, diyet lifi kalıntısının filtrasyonunu ve tartılmasını ve kalıntıdaki protein ve külün doğrulanmasını içerir. Bu enzimatik-gravimetrik yöntem, bir grup polisakkarit, lignin, bazı dirençli nişasta ve diğer ilişkili bileşikler (mumlar, fenolik bileşikler, Maillard reaksiyon ürünleri) belirlerken, oligosakarit ve diğer dirençli nişasta türleri bu yöntemle ölçülmez (Elleuch ve ark., 2011).

### **2.1.3.3 Enzimatik-Kimyasal Yöntemler**

Nişasta olmayan polisakkarit olarak ölçülen diyet lifi için bu prosedür, 1969'da Southgate tarafından ortaya konan prensiplerden gelişmiştir. Nişastanın ve bazı durumlarda proteinin enzimatik olarak uzaklaştırılması, enzimatik-kimyasal yöntemlerin de önemli bir ilk adımıdır. Sulu etanol veya diyaliz ile çöktürme, çözünür diyet lifi polisakkaritlerini düşük moleküler ağırlıklı şekerlerden ve nişasta hidroliz ürünlerinden ayırmaktadır. Çözünür lif kaybını önlemek için diyalizle ayırma etanol ile çöktürmeye tercih edilmektedir (Elleuch ve ark., 2011). Hidrolize polisakkaritlerin nötr şeker içerikleri, gaz-sıvı kromatografisi (GLC) veya yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile belirlenmektedir.

#### **2.1.4 Diyet Liflerinin Kolondaki Etki Mekanizmaları**

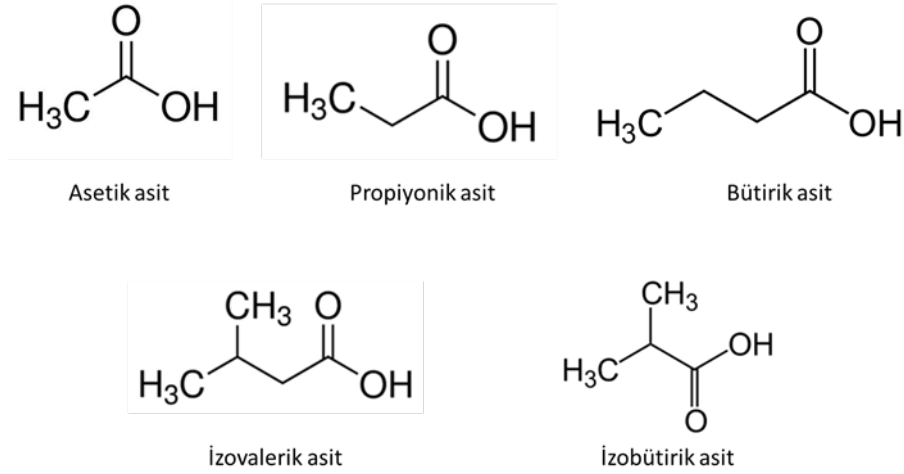
Son yıllarda, kolon sağlığı, genel sağlığın korunması ve diyet ve yaşam tarzındaki değişikliklerle çeşitli hastalık riskinin azaltılmasıyla giderek daha fazla bağlantılı hale gelmiştir. Kısa zincirli yağ asidi (SCFA) üretimini artıran, kolonu hedef alan ve çevresini etkileyen "prebiyotikler" ve "probiyotikler", diyet lifleri ve diğer diyet bileşenleri gibi fonksiyonel gıdaların ortaya çıkması ön planda, olmuştur (Wong ve ark., 2006).

Lifin etki mekanizmaları, lif tipine bağlıdır. Çözünmeyen liflerin kanserojenler ve mutajenler de dahil olmak üzere çeşitli toksik kimyasallarla bağlanma yeteneği, bu zararlı maddelerin dışkı yoluyla yok edilmesini sağlar. Çözünür liflerin temel yararlı özelliği, alt kolondaki probiyotik bakterilerin yardımıyla fermantasyon yoluyla büyük miktarlarda kısa zincirli yağ asitleri (SCFA) üretme yetenekleridir. Bu kısa zincirli yağ asitleri arasında butirat, asetat ve propiyonat yer alır; bununla birlikte, butirat muhtemelen kolonik homeostazın korunmasında ve çeşitli hastalıklara karşı koymada ana faktördür. SCFA üretiminin hızı ve miktarı, kolonda bulunan mikrofloranın türüne ve miktarına, substrat kaynağına ve bağırsak geçiş süresine bağlıdır (Prasad ve Bondy, 2019).

##### **2.1.4.1 *In-vitro* Fermentasyon ve Kolonik Mikrobiyal Metabolitler (SCFA ve BCFA)**

Diyet lifi ve prebiyotikler için önemli bir etki mekanizması kolonda fermantasyon ve bağırsak mikroflorasındaki değişikliklerdir. İnsan kalın bağırsağı, insan vücudundaki en çeşitli kolonize ve metabolik olarak aktif organlardan biridir. Yaklaşık  $10^{11}$ - $10^{12}$  cfu/g içerik içeren mikrobiyal popülasyonlarla kolonda 1000'e kadar farklı bakteri türü bulunur. Yavaş geçiş süresi, hazır besinler ve uygun pH nedeniyle kolonik ortam bakteri üremesi için uygundur. Genel olarak, neredeyse özel bir sakarolitik metabolizmaya sahip olan (yani, proteolitik aktiviteye sahip olmayan) bakterilerin potansiyel olarak faydalı olduğu düşünülebilir. Böyle bir metabolik profil, laktobasiller ve bifidobakteriler için tipiktir. Kolonik bakteriler, hidrojen, metan, karbon dioksit, SCFA'lar (esas olarak asetat, propiyonat ve butirat) ve laktat üretmek için bir dizi karbonhidrat hidrolize edici enzim kullanır. Bazı kolonik bakteriler bu fermantasyon ürünlerinden enerji üretir. Fermantasyonu uyaran diyet bileşenleri,

bakteri kütlesinde ve dolayısıyla dışkı kütlesinde bir artışa yol açar ve böylece dışkı kabarma etkisine sahiptir. Fermente edilen her 100 g karbonhidrat için yaklaşık 30 g bakteri üretildiği tahmin edilmektedir (Slavin, 2013).



**Şekil 2.6** Kısa Zincirli ve Dallanmış Zincirli Yağ Asitlerinin Yapısı

SCFA'lar, 1 ila 6 karbon atomlu organik yağ asitleridir ve polisakkarit, oligosakkarit, protein, peptit ve glikoprotein öncülerinin kolonda bakteriyel fermentasyonundan kaynaklanan başlıca anyonlardır (Cummings ve Macfarlane, 1991). Fermentasyon, organik maddenin anaerobik mikrobiyal parçalanmasında çeşitli reaksiyonları ve metabolik süreçleri içerir, mikrobiyal büyüme ve bakım için metabolize edilebilir enerji ve konakçı tarafından kullanılmak üzere diğer metabolik son ürünler verir. Başlıca nihai ürünler, gazlar (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ve H<sub>2</sub>) ve ısı ile birlikte SCFA'lardır (Macfarlane, 1995). SCFA üretimine atfedilen sağlık etkilerinden biri, kendi başına patojenik mikroorganizmaları inhibe eden ve bazı besinlerin emilimini artıran lümen pH'sının eş zamanlı azalmasıdır (Macfarlane ve Macfarlane, 2012).

Çeşitli popülasyon araştırma verileri, fekal SCFA üretiminin sırasıyla yaklaşık 60:20:20 molar oranında asetat>propionat>bütirat düzeninde olduğunu göstermektedir (Cummings ve ark., 1979). Diyet değişiklikleriyle üretim ve emilimde değişiklikler meydana gelebilse de, oranın sabit kaldığı düşünülmektedir.

Proteinlerin ve amino asitlerin proteolitik bakteriler tarafından fermentasyonu, sonucunda dallanmış SCFA'lar, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, fenoller ve aminler meydana gelir. SCFA'ların üretimi, kolonda bulunan mikrofloranın sayıları ve türleri, substrat kaynağı

ve bağırsak geçiş süresi dahil olmak üzere bir dizi faktör tarafından belirlenir (Roberfroid, 2004).

Proksimal kolondaki toplam SCFA miktarının 70 ila 140 mM aralığında olduğu ve distal kolonda 20 ila 70 mM'ye düştüğü tahmin edilmektedir. Bu nedenle pH proksimal kolonda en düşüktür ve distale doğru yükselir. SCFA'ların üretimi, diyet alımının en önemli değişken olduğu substrat kaynağı tarafından da belirlenir. Sindirilemeyen gıda bileşenleri, mide ve ince bağırsakta hidrolize ve sindirime dirençli oldukları ve sonunda fermentasyon için kolona girdikleri için, anaerobik kolonik mikroflora tarafından fermentasyon için bir substrat kaynağıdır. Karbonhidratlar, kolondaki mikrobiyal metabolitler olan SCFA oluşumunda kantitatif olarak en önemli rolü oynarlar (Topping ve Clifton, 2001).

Kolonik mikroflora tarafından fermentasyona dirençli olan çözünmeyen lifler (örn., ligninler, selüloz ve bazı hemiselülozlar) fekal hacim artışında önemli bir rol oynar. Çözünür lifler (örneğin pektinler, zamklar, müsilağlar ve bazı hemiselülozlar) kolonik mikroflora tarafından daha tam olarak fermente edilir ve dışkı hacmini arttırmada çok az etkisi olabilir. Kolondaki fermentasyon reaksiyonları, substrat kaynağının kimyasal bileşimine büyük ölçüde bağlıdır. Lif içeren gıdaların çoğu yaklaşık üçte biri çözünür ve üçte ikisi çözünmez lif içerir (Wong ve ark., 2006).

Kolondaki başlıca SCFA olan asetat, kolayca emilir ve karaciğere taşınır ve bu nedenle kolonda daha az metabolize edilir. Asetat, kolesterol sentezi için birincil substrattır. Propiyonat bağırsaktan emildikten sonra kolesterol sentezini inhibe eder ve esas olarak karaciğerde birikir, oysa asetat kan dolaşımına emildikten sonra kolesterol sentezini artırır. Bütirat, bağırsaktan hızla emilen 4 karbonlu bir yağ asididir ve kolonositler için ana enerji kaynağıdır. Kolonosit tarafından %70 ila %90'ının metabolize edildiği bütirat kolonosit metabolizmasındaki en önemli SCFA'dır. Bazı hastalıkların önlenmesinde bütiratın potansiyel değeri, kültürlenmiş hücrelerde ve hayvanlarda yapılan çalışmalarla önerilmektedir (Wong ve ark., 2006).

### **2.1.5 Diyet Liflerinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri**

Diyet liflerinin olumlu sağlık etkilerinden biri kolonik fonksiyon, kan şekeri ve kan kolesterolünün düşürülmesi ile ilgilidir. Diyet liflerinin bir başka temel işlevi, bağırsak mikrobiyotasına ana enerji kaynağı olarak hizmet etmektir. Mikrobiyotanın

bileşenleri birbirleriyle ve konakçı sağlığı ile hastalık risklerini değiştirebilecek yollarla, örneğin immün yetmezlik, enflamasyon, diyabet, obezite, hipertansiyon ve kanser etkileşimine girmektedir (Bussolo de Souza ve ark., 2019; Cui ve ark., 2019).

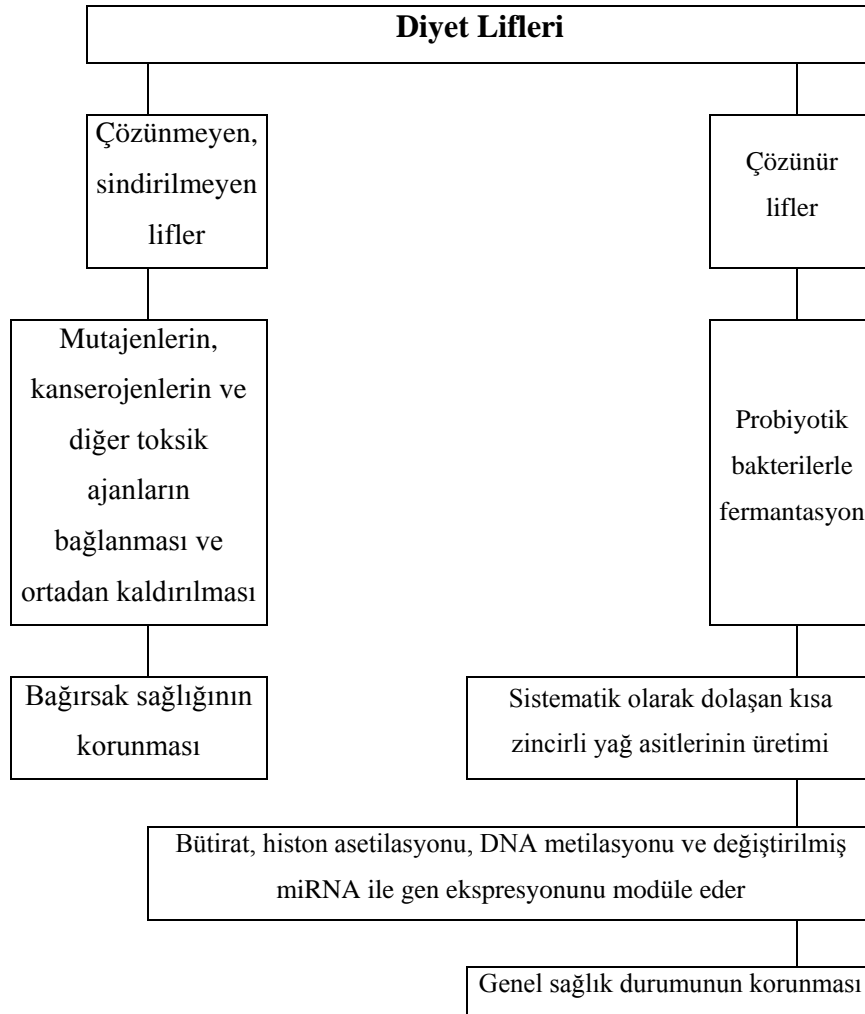
Epidemiyolojik çalışmalar, yeterli lif alımının, öncelikle düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) seviyelerinde bir azalma yoluyla, sürekli olarak kalp-damar hastalığı ve koroner kalp hastalığı riskini azalttığını göstermektedir. Suda çözünür lifler (özellikle beta-glukan, psyllium, pektin ve guar zamkı), yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) konsantrasyonlarını etkilemeksizin serum LDL kolesterol konsantrasyonlarını düşürmek için en etkili olanlardır. Lif alımı ile tip II diyabet arasındaki ilişkiyi çevreleyen birçok teori vardır. Örneğin, düzenli olarak önerilen miktarda lif tüketmek, glikoz emilim oranını azaltma, kilo alımını önleme ve diyetteki yararlı besin ve antioksidan yükünü artırma potansiyeline sahiptir ve bunların tümü diyabetin önlenmesine yardımcı olabilmektedir (Slavin, 2013).

Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), meyvelerden, sebzelerden ve tam tahıllardan diyet lifi tüketiminin artmasının yanı sıra diyetle azalan yağ tüketimiyle birlikte (kalorinin <%30'u) bazı kanser türlerini azaltabileceğini belirtmektedir. Son çalışmalar, diyet lifi ile ince bağırsak, kolorektal, gırtlak, oral ve meme dahil olmak üzere çeşitli kanser türlerinin gelişimi arasındaki bu ilişkiyi desteklemektedir (Lattimer ve Haub, 2010). Diyet posası (çözünür posa) kalın bağırsak florasını olumlu yönde değiştirerek patojen bakterilerin çoğalmasını, karsinojenik etkisini ve toksik metabolitlerin bağırsak hücresiyle temas süresini azaltarak kalın bağırsak rektum kanserinden korunmada etkili olduğu bildirilmiştir. Bu tür kanserlerin önlenmesi ile ilgili yapılan çalışmalarda, diyet lifinin 13 g/gün artırılmasıyla kanserin %31 azaltabileceği bildirilmiştir (Samur ve Mercanlıgil, 2008).

Bağırsak mikrobiyotamızı diyet lifleri ile beslemek önemlidir çünkü bu tür substratların fermantasyonu, faydalı mikroorganizmaların popülasyonunu (örneğin *Bifidobacterium*) artırabilir ve/veya koruyabilir ve de bakteriyel metabolitlerin (kısa zincirli yağ asitleri-SCFA) üretimini artırabilir (Bussolo de Souza ve ark., 2019).

Kolonik mikrobiyota ihtiyacı olan besin maddelerini önemli ölçüde diyetle alınan karbonhidratlardan sağlamaktadır. Proksimal kanalda sindirilemeyen ve emilemeyen karbonhidratlar *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Enterobacteria*,

*Roseburia*, *Fecalibacterium* ve *Clostridium clusters IV* ve *XIVa* cinsi mikroorganizmalar tarafından fermantasyona uğratarak konakçılar için iyi bir enerji kaynağı olan bütirat, propiyonat ve asetat gibi kısa zincirli yağ asitleri sentez edilmektedir (Macfarlane ve Macfarlane, 2003; Koçak ve Şanlıer, 2017). Butirat, propiyonat ve asetat sağlığı geliştirmekte ve enfeksiyona direnç sağlamaktadır. Buna göre, diyet lifi, konakçı sağlığını korumak ve gerekli dengeyi korumak için bağırsak mikrobiyotasını manipüle etme potansiyeline sahiptir (Hamaker ve Tuncil, 2014).



**Şekil 2.7** Diyet Lifleri ve Sağlığı Etkileyen Fermantasyon Ürünleri  
(Prasad ve Bondy, 2019)



Çözünür diyet liflerinin (örneğin, karışık bağlı  $\beta$ -glukanlar, arabinoksilanlar, pektinler, galaktomannanlar, inülin, frukto-oligosakkaritler [FOS] ve galakto-oligosakkaritler [GOS]) genellikle kolonda fermente edildiği ve fizyolojik olarak aktif metabolitlere (bütirat, propiyonat ve asetat gibi kısa zincirli yağ asitleri) ve gazlara indirildiği düşünülmektedir. Çözünmeyen liflerin önemli bir özelliği, karsinojenler, mutajenler ve gıdanın sindirimi sırasında oluşan diğer toksik kimyasallarla bağlanma ve daha sonra dışkı yoluyla bu maddeleri uzaklaştırmaktır (Prasad ve Bondy, 2019; Wang ve ark., 2019a).

### **2.1.6 Meyve Atıklarının Diyet Lifi Karakterizasyonu**

Diyet yönergeleri, sağlıklı bir yaşam tarzı için meyve ve sebzeler açısından zengin bir diyet önerir. Meyve ve sebzelerin üçte birini, oluşturan kabuk ve çekirdek kısımları hazırlık ve işleme sırasında atılabilmektedir, bu nedenle bir atık oluştururken, aynı zamanda meyve veya sebzenin maksimum beslenme potansiyeli de düşmektedir. Araştırmacılar, potansiyel katma değerli bileşenler olarak bu tür atıklar için yeni alternatif kullanımlar keşfetmektedir (O'Shea ve ark., 2012).

Tüketiciler sağlıklı bir diyet ve yaşam tarzını sürdürmekle giderek daha fazla ilgilenmektedir. Bu tür diyetlere dahil edilen temel besin maddelerinden biri diyet lifidir. Yıllar içinde diyet lifi, kolesterolü, diyabeti ve koroner kalp hastalığını azaltma ve kabızlığı hafifletme kabiliyeti nedeniyle bir eczane ürünü olma potansiyeli açısından çok olumlu ilgi görmüştür (Schieber ve ark., 2001).

Özellikle meyve ve sebzelerin işlenmesinden elde edilen yan ürünler (örn. meyve suları, içecekler vb.), sağlıklı fonksiyonel bir bileşenin yeni ve ekonomik kaynakları olarak dikkat çekmektedir (Ayala-Zavala ve ark., 2011). Bu yan ürünler, genellikle üreticiye bir maliyet karşılığında hayvan yemi, depolama veya yakma yoluyla bertaraf edilmektedir; böylece potansiyel olarak çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Son yıllarda gıda sürdürülebilirliğine olan ilginin artmasına bağlı olarak gıda endüstri atıklarının geri dönüşümü sağlanarak tekrar insan gıdası olarak kullanımına olan ilgi artmıştır. Bu tarz atıkların kullanılabilirdiği en yaygın alan ise prebiyotik (diyet lifi, fonksiyonel gıda) üretimidir (De Souza ve ark., 2019). Yine son yıllarda yapılan çalışmalar, prebiyotik tüketiminin kalın bağırsak mikroflorasını düzenleyerek insan sağlığı üzerine birçok olumlu etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Bu bağlamda, tüketimi tavsiye edilen gıdalar genellikle meyveler ve sebzeler ve tam tahıllı (kepeği alınmamış) ürünler olmuştur (Porter ve Martens, 2017). Bu sebeple bu çalışmada öncelikle, meyve suyu endüstrisinde atık ürün olan meyve suyu işleme atıklarından katma değeri oldukça yüksek olan fonksiyonel gıda üretimi için hammadde olarak kullanılıp kullanılamayacağı araştırılmıştır.

### **2.1.6.1 Elma**

Elma işleme prosesinde meyvenin suyunu çıkarmak için meyvenin tamamı genellikle soğuk bir preste preslenir. Bu, elma posası olarak adlandırılır ve çok fazla israfa neden olabilir. Elma imalat sanayinin en önemli atıkları olan posa ve ekstraktları, biyoteknoloji endüstrisi için büyük bir potansiyele sahiptir. Atık genellikle, hemiselüloz, %9 selüloz ve %5 lignin gibi yüksek su ve çözünmeyen karbonhidrat içeriğine sahip, kabuk, posa ve tohumdan oluşan heterojen bir karışımı ifade eder (Mirabella ve ark., 2014).

Elma posası, taze elma ağırlığının yaklaşık %25'ini oluşturmaktadır. Elma posası basit şekerlerden (glikoz, fruktoz ve sakaroz) oluşur ve zengin bir karbonhidrat, pektin, ham lif, protein, vitamin ve mineral kaynağıdır ve bu nedenle geri kazanılmaya değer iyi bir besin kaynağıdır. Ayrıca, bazı mikroorganizmalar elma kalıntılarını büyüme için bir substrat olarak kullanabilir (Kosseva, 2011). Tahıllardan farklı olarak, elma lifi daha yüksek oranda çözünür lif içermektedir, bu da polimer pektinin kullanılabilirliğini artırmaktadır. Pektin, jelleşme, koyulaştırma gibi özelliklere sahiptir ve gıdalarda stabilizatör olarak kullanılabilir. Aynı zamanda kolesterolü düşürdüğü ve mide boşalmasını geciktirdiği için sağlığı geliştiren bir polimer olduğu düşünülmektedir (O'Shea ve ark., 2012).

Gorinstein ve ark., (2001) bütün bir elmanın, posasının ve kabuğunun diyet lifi seviyelerini araştırmış ve toplam lifin çoğunun elma kabuğunda olduğunu bulmuşlardır (%0.91 taze ağırlık (TA)). Çözünmeyen (%0.46 TA)/çözünür lif (%0.43 TA) yüzdesinin sağlığa fayda sağlama açısından iyi bir dengede olduğunu tespit etmişlerdir.

### **2.1.6.2 Üzüm**

Üzüm posası, çekirdek, kabuk ve saplardan oluşmaktadır. Üzüm posasının besinsel ve bileşimsel özelliklerinin üzüm çeşidine, büyüme iklimlerine ve işleme koşullarına bağlı olarak değiştiği bilinmektedir (Deng ve ark., 2011).

Üzüm posasının esas olarak selüloz, küçük oranlarda pektin ve hemiselüloz içeren zengin bir diyet lifi kaynağı olduğu bildirilmiştir (O'Shea ve ark., 2012). Llobera ve Cañellas (2007), "Manto Negro" kırmızı üzüm posasının diyet lifi içeriğini incelemişler ve toplam lifin % 77.27 olduğunu; bunun içinde çözünmeyen lif (%73.5) çözünür liften (%3.77) daha büyük olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Llobera ve Cañellas (2008), Prensall Blanc türü üzüm çeşitinde toplam diyet lifi içinde, beyaz üzüm posasının çözünmeyen fraksiyonunun (%61.26) çözünür fraksiyonu (%10.33) aştığını tespit etmişlerdir.

González-Centeno ve ark., (2010) on üzüm çeşidinin ve bunların yan ürünlerinin (sapları ve posa) diyet lifi içeriğini incelemiş ve, üzüm de (5.5 g/100 g taze ağırlık) "Cabernet S.", sap (34.8 g/100 g taze ağırlık) kısmında "Tempranillo" kırmızı üzüm çeşidi ve posada "Syrah" üzüm çeşitinde (40.8 g/100 g taze ağırlık) en yüksek miktarda diyet lifi içerdiğini bildirmiştir.

### **2.1.6.3 Şeftali**

Şeftali işlemeden kalan kalıntılar genellikle çekirdek ve kabuğu içermektedir. Yıllar boyunca, bu kalıntılar pektinleri için reçellerde koyulaştırıcı olarak kullanılmıştır; günümüzde ticari olarak gıdalarda genel kıvam arttırıcı olarak kullanılmaktadır (O'Shea ve ark., 2012).

Grigelmo-Miguel ve ark., (1999) şeftalinin ('Sudanell' çeşidi) diyet bileşimini araştırmış ve kurumaddede %30.7-36.1 toplam diyet lifi içerdiğini bulmuşlardır. Bunun %23.8'ini çözünmeyen lif ve %12.3'ünü ise çözünen lif içerdiğini bildirmişlerdir.

### **2.1.6.4 Kayısı**

Kayısı, hem Türkiye'de hem de dünyada en çok ticareti yapılan meyvelerden biridir. Ağırlıklı olarak taze veya kurutulduktan sonra tüketilmekte, ayrıca marmelat, reçel veya jöle gibi çeşitli ürünlere işlenmekte ve ayrıca dilim halinde konserve veya

meyve suyu olarak işlenmektedir. Kayısı insan sağlığının birçok alanında rol oynayan diyet lifi, sorbitol, potasyum, bakır ve fenolik bileşiklerce zengin bir ürün olmasına rağmen, kayısı üzerine yapılan çalışmalar yetersiz düzeyde kalmıştır (Seker ve ark., 2009).

Kayısı nektarı işlemenin yan ürünü olan kayısı posası, suda çözünmeyen tüm bileşenleri, karbonhidratları, proteinleri, vitaminleri ve mineralleri, ayrıca büyük miktarda suyu ve ayrıca suda çözünen bileşenleri içermektedir. Toplam diyet lifi içeriğinin %7.82 olduğu bildirilmiştir (Kang ve ark., 1999).

## **2.2 Fonksiyonel Fermente Süt Ürünleri ve Diyet Liflerinin Kullanımı**

Gıda endüstrisi, ürünlerinin viskozitesini, dokusunu, duyuşal özelliklerini ve raf ömrünü iyileştirmek için diyet liflerinin fizikokimyasal özelliklerden yararlanabilmektedir. Lif yönünden zengin yan ürünler, su ve yağ tutmayı artırıcı maddeler olarak un, yağ veya şekerin kısmi ikamesi için ucuz, kalorisiz hacim artırıcı maddeler olarak ve emülsiyon veya oksidatif stabiliteyi iyileştirmek için gıda ürünlerine dahil edilebilmektedir. Süt ürünlerine dahil edildiğinde diyet lifleri jelleşmeyi, duyuşal ve reolojik özellikleri etkilemektedir. Bununla birlikte, eklenebilecek lif yüzdesi sınırlıdır, çünkü yiyeceklerin renginde ve dokusunda istenmeyen değişikliklere neden olabilmektedir (Mudgil ve Barak, 2013).

Liflerin süt ürünlerinde kullanımı yaygındır: örneğin inülin, süt ürünlerinde çok sayıda iyileştirme sağlamaktadır. Peynir veya dondurmada ağız hissini iyileştirmekte ve yoğurt ve diğer fermente süt ürünlerinde sineresizi azaltmaktadır (Elleuch ve ark., 2011).

Yoğurda katılabilecek pisilyum kabuğu miktarını belirlemek için yapılan bir çalışmada duyuşal değerlendirme sonuçları ve fizikokimyasal özellikler açısından lif takviyeli yoğurdun geliştirilmesi için %0.5 pisilyum kabuğu ile takviye edilmiş yoğurt tavsiye edilmiştir (Bhat ve ark., 2017).

Yine başka bir çalışmada, farklı miktarlarda arpa kepeğinin (%0.3, %0.6, %0.9 ve %1.2) *Lactobacillus acidophilus* canlılığı ve düşük yağlı yoğurdun depolama süresi boyunca fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri üzerindeki etkisini analiz edilmiş ve simbiyotik yoğurt üretimi için %0.6 oranında arpa kepeği tavsiye edilmiştir (Hasani ve ark., 2017).

Elma posası unu ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurtların hazırlandığı başka bir çalışmada, en yüksek sertlik, kohezivite ve viskozite indeksi değerleri ile renk ve tat için en yüksek skorların, %3 elma posası unu içeren yoğurt için elde edildiğini ve bunun fonksiyonel özelliklere sahip yeni yoğurt üretimi için en uygun elma posası unu miktarı olduğunu göstermişlerdir (Jovanovic ve ark., 2020).

Göçer ve ark., (2016) probiyotik bakteri olarak *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 kullanılarak farklı inkübasyon sıcaklıkları (37, 42 ve 45°C) ile inkübasyon sonlandırma pH'larında (4.8, 4.6 ve 4.4) üretilen yoğurtların fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlediği çalışmada, serum ayrılması, viskozite ve sertlik değerlerinde depolama süresi sonunda artış meydana geldiğini ve inkübasyon sıcaklığının artması ile probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un canlılığı olumsuz etkilense de, depolama süresince canlı sayının  $\geq 10^7$  kob/g olduğu bildirilmiştir.

Yoğurt starter kültürlerinin ve *Bifidobacterium animalis*'in canlılığı, %1.5 fruktooligosakkarit veya peynir altı suyu protein konsantresi ile takviye edilmiş %1.5 süt yağı içeren yağı azaltılmış yoğurtlarda 28 günlük depolama sırasında, fruktooligosakkaritin, *Streptococcus thermophilus*'un canlılığını geliştirmesine rağmen, *Lactobacillus delbrueckii* subs. *bulgaricus* ve *Bifidobacterium animalis*'te en yüksek büyüme, yağı azaltılmış yoğurtta süte peynir altı suyu proteini konsantresi eklendiğinde elde edildiği gösterilmiştir (Akalin ve ark., 2007).

Auricularia auricula sulu ekstraktının (AAE) *Lactobacillus acidophilus* La-5 ve *Bifidobacterium bifidum* Bb-12'nin canlılığı ve yoğurdun kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerindeki etkisi üzerine bir çalışmada %0.05 AAE kullanımının, *L. acidophilus* La-5 ve *B. bifidum* Bb-12'nin canlı kalmasını sırasıyla yaklaşık 0.35 ve 0.58 log CFU/g geliştirdiğini, bununla birlikte, %0.1 konsantrasyondaki AAE'nin, *L. acidophilus* La-5 ve *B. bifidum* Bb-12'nin hayatta kalmasını sırasıyla yaklaşık 0.43 ve 0.51 log CFU/g arttırdığını bildirmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, AAE ilavesinin simbiyotik yoğurtta uygulanmasını önererek yoğurdun probiyotik korumasını ve fonksiyonel özelliklerini iyileştirdiğini göstermiştir (Faraki ve ark., 2019).

Juçara (*Euterpe edulis* M.) posası ve ticari probiyotik suşu *Lactobacillus acidophilus* La5 katkılı yoğurt üzerine başka bir çalışmada yoğurttaki probiyotik

popülasyonun, 28 günlük depolama süresince değişmeden kaldığı ve buna ek olarak, juçara posasının, depolamanın ilk gününde simüle mide ve enterik koşullara probiyotik direncini arttırdığını göstermiştir (Geraldı ve ark., 2018).

Mousavi ve ark., (2019) *Lactobacillus acidophilus* ve keten tohumu içeren, probiyotik yoğurtta keten tohumu konsantrasyonu ve saklama süresinin, *L. acidophilus*'un canlılığını ve yoğurdun doku ve duyuşal özelliklerini önemli ölçüde etkilediğini ve aynı zamanda probiyotik yoğurda keten tohumu ilavesinin kontrol örneğine (6.87 CFU/mL) kıyasla *L. acidophilus* büyümesinde (8.82 CFU/mL'ye kadar) bir artışa neden olduğunu ve yoğurdun viskozitesinde, sertliğinde bir artışa neden olduğunu göstermiştir. Çalışma genel olarak, probiyotik yoğurda %4 keten tohumu eklenmesinin arzu edilen fonksiyonel bir gıda ürünü ile sonuçlanabileceğini göstermiştir.

Lif kaynağı olarak ananas kabuğu tozu eklenmesinin probiyotik yoğurdun 28 gün boyunca soğuk depolama sırasında fizikokimyasal, dokusal, reolojik ve mikroyapısal özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışma, ananas kabuğu tozu ilaveli probiyotik yoğurtların ticari bir prebiyotik olan inülin ile karşılaştırılabilir özelliklere sahip yeni bir sinbiyotik ürün geliştirerek lif boşluğunu kapatmak için işleme atığı olarak atılan ananas kabuğunu kullanma konusunda rehberlik etmiştir (Sah ve ark., 2016b).

Set tip yoğurtta zengin bir fitokimyasal ve diyet lifi kaynağının verimli bir şekilde kullanılması ve aynı zamanda gıda israfının azaltılmasına katkıda bulunması açısından yeni bir gıda bileşeni olarak elma posasının değerlendirildiği bir çalışma, soğuk depolama (28 gün) sırasında elma posası konsantrasyonunun %0'dan %1'e artmasıyla jel sertliği ve yapışkanlığında önemli bir artışın kazein jellerinin yapısının güçlenmesine ve elma posasından süte salınan pektinlerin ve diğer çözünür liflerin jelleşme kabiliyetine ve ayrıca çözünmeyen elma posası partikülleri tarafından jel yapısı takviyesine bağlamıştır (Wang ve ark., 2019b).

Çözünmeyen tritikale, buğday veya yulaf lifleri ile 15 ve 30 g/kg seviyelerinde zenginleştirilmiş az yağlı şekeriz yoğurdun duyuşal özelliklerini ve tüketici tarafından kabulünün değerlendirildiği çalışmada, çözünmeyen tritikale lifinin eklenmesi ile, yoğurtlarda sarımsı kahverengi renk, tanecikli tat ve belirgin kumluluk oluşturduğunu

ve 30 g/kg diyet lifi takviyeli yoğurtlara verilen düşük kalite puanlarına rağmen, esas olarak kumlu bir doku ve biraz acılık nedeniyle "çok iyi" kalite kategorisinde sınıflandırıldığı belirtilmiştir. Ayrıca tritikaleden elde edilen çözünmeyen diyet lifinin, yoğurt gibi lifle zenginleştirilmiş fermente süt ürünlerinin üretiminde güçlendirici bir potansiyel bileşen olarak göstermiştir (Tomic ve ark., 2017).

Ananas atıklarının *L. acidophilus*, *L. casei* ve *L. paracasei* spp. dahil probiyotikler üzerindeki prebiyotik etkisini belirlemeyi amaçladığı çalışma, ananas tozu takviyesi ile yoğurtlarda probiyotik popülasyonlarında bir artış (0.3–1.4 log döngüsü) gözlemlendiği ve bununla birlikte, ananas yan ürünlerinin prebiyotik özellikler sergilediğini ve muhtemelen yeni fonksiyonel gıda formülasyonlarında ticari olarak uygulanabileceğini göstermektedir (Sah ve ark., 2016a).

Yoğurt içeceklerini güçlendirmek için fenolik bileşik kaynakları olarak kurutulmuş yemiş meyvelerinin ve kabuklarının sulu ekstraktlarının (%20 w/w) kullanıldığı çalışmada, Salal meyvesi özleri ile zenginleştirilmiş yoğurt içeceklerinin, frenk üzümü posası özütü (>50.13 µg GAE) ile takviye edilmiş içeceklere kıyasla daha yüksek miktarlarda fenolik bileşik (>69.9 µg GAE/mL) ve antosiyanin (>19.12 mg C3G/L) içerdiği ve depolamanın, antosiyaninlerin stabilitesini etkilerken, toplam fenol içeriği etkilenmediği bildirilmiştir. Bu çalışmanın bulguları, Salal meyvesi ve frenk üzümü posalarının yoğurt içeceklerinin antioksidan potansiyelini artırmak için fonksiyonel bileşenler olarak kullanılabilceğini göstermiştir (Raikos ve ark., 2019).

Perez-Chabela ve ark., (2021) mango kabuğu unu ve patates kabuğu ununu yoğurtta fonksiyonel bileşen olarak değerlendirmek için polifenoller ve antioksidan özelliklerinin yanı sıra diyet lifi içeren kimyasal bileşim, ortalama büyüme hızı ve ortalama çoğalma süresi ve prebiyotik aktivitesini çalışmışlar ve mango kabuğu unu ile formüle edilen yoğurdun, patates kabuğu unu veya kontrol yoğurdu ile yapılan yoğurtlara kıyasla, depolama sırasında daha düşük sineresiz ve daha yüksek viskozite sergilediğini, daha yüksek titre edilebilir asitlik ve daha düşük pH, her iki kabukunun prebiyotik kapasitesinin yansıması olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma ayrıca diyet lifi içeriği ve polifenol içeriği nedeniyle prebiyotik kapasite potansiyeline sahip mango kabuğu unu ve patates kabuğu ununun, konakçı sağlığı üzerinde eş zamanlı bir

etki ile probiyotiklerin gastrointestinal sistem kolonizasyonunu iyileştirmek için prebiyotik olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus rhamnosus* ve *Bifidobacterium lactis*'in *Streptococcus thermophilus* ile farklı ikili ortak kültürlerinin ve farklı prebiyotiklerin fermente süt üretimi üzerindeki etkileri araştırıldığı çalışmada ana yağ asitlerinin içeriği sadece çok az etkilenmesine rağmen, en yüksek miktarda konjuge linoleik asitin (kontrolden %38 daha yüksek) *S. thermophilus* ve *L. acidophilus* co kültürü ile fermente edilmiş ve maltodekstrin ile takviye edilmiş sütte bulunduğu gösterilmiştir (Oliveira ve ark., 2009).

Bitki yaprağı ekstraktının fermantasyon mekanizmaları ve sağlığı geliştirme faaliyetleri üzerindeki etkisini ve süt ürünlerinde uygulama için nutrasötik prebiyotik içerik olarak potansiyellerininin araştırıldığı bir çalışmada, kontrol fermantasyonu ile karşılaştırıldığında, bitki ekstraktlarının, *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*'un büyüme ve asitlenme oranını önemli ölçüde arttırdığını, özellikle, monosakkaritler, formik asit ve neo-klorojenik, klorojenik ve kafeik asit gibi hidroksisülinamik asit dahil olmak üzere bitki ekstraktı bileşenleri birlikte uyarıcı bir rol oynadığını bildirilmiştir (Oh ve ark., 2016).

Çilek ve chia tohumları kullanılarak fonksiyonel özelliklere sahip yoğurt formülasyonları geliştirildiği başka bir çalışma bu ürünlerin konsantrasyonunun, yoğurtların depolanması sırasında lipid, ham protein, diyet lifi, pH, asitlik, görünür viskozite, yağ asidi profili, mineraller, laktik asit bakteri sayısı ve Bifidobakteriler üzerindeki etkisini ve yanı sıra duyusal analiz açısından değerlendirmiş, chia tohumlarının eklenmesi ham protein, lipidler, diyet lifi ve çoklu doymamış yağ asitleri, özellikle omega-3 ve mineral içeriğini arttırdığını bildirmiştir. Tüketiciler arasında yoğurt kabulü çilek ilavesi ile doğru orantılı, chia tohumu ilavesi ile ters orantılı olduğunu ve depolama sırasında, yoğurtta yeterli miktarda laktik asit bakterisi ve *Bifidobacteria*'nın olduğu gösterilmiştir (Kowaleski ve ark., 2020).

Şimdiye kadar yapılan çeşitli meyve ve lif ile zenginleştirilmiş yoğurtlar üzerine yayınlanmış araştırmalarda, yoğurtların fiziko-kimyasal özellikleri, biyolojik aktivitesi ve duyusal özellikleri üzerine odaklanılmıştır. Literatürde meyve posalarının yoğurda ilavesi ve bu posadaki liflerin monosakkarit içeriği ve *in-vitro* fekal



fermentasyon sonucu oluşan kolonik mikrobiyal metabolit (kısa zincirli yağ asitleri) üretimine etkisi ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

Tez çalışması kapsamında yürütülen çalışmalar Şekil 3.1’de 5 ana aşama halinde özetlenmiştir.



Şekil 3.1 Tez Çalışma Planı

#### 3.1 Meyve Atıklarının Temini ve Analizleri

##### 3.1.1 Meyve Atıklarının Temin Edilmesi

Çalışmada kullanılan meyve atıkları Dimes (Tokat, Türkiye) meyve suyu fabrikasından 4 farklı meyve kayısı (*Prunus armeniaca*), şeftali (*Prunus Persica*), üzüm (*Vitis vinifera*) ve elma (*Malus domestica*) türüne ait olması gözetilerek sağlanmıştır. Şeftali ve kayısı posaları 20.07.2019 tarihinde, üzüm ve elma posaları 01.09.2019 tarihinde Tokat Dimes Meyve Suyu Fabrikası’ndan temin edilmiştir. Örnekler temin edildikten sonra poşetlenerek  $-18^{\circ}\text{C}$ ’de muhafaza edilmiştir. Meyve suyu fabrikasından alınan meyve posalarının türleri Çizelge 3.1’de belirtilmiştir.

**Çizelge 3.1** Meyve Suyu Fabrikasından Alınan Posalara Ait Meyve Türleri

<b>Meyve</b>	<b>Alındığı İl</b>	<b>Tür</b>
Beyaz üzüm	Tokat	Cabarnet
Kırmızı üzüm	Tokat	Horozkarası
Elma	Amasya	Kırmızı ve beyaz karışık
Şeftali	Tokat	Karışık
Kayısı	Malatya	Karışık

### 3.1.2 Meyve Atıklarının Kurutulması

Meyve posası örnekleri 55°C sıcaklık ve 110 mbar vakum altında vakumlu etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra örnekler kahve öğütücünden geçirilerek partikül boyutu küçültülmüş ve analiz edilinceye kadar kilitli poşetlerde -18°C’de muhafaza edilmiştir. Her bir örneğe ait kurutma süreleri ve kurutma sonrası net ağırlık Çizelge 3.2’de belirtilmiştir. Posalara ait kurutma sonrası görseller Şekil 3.3’de sunulmuştur.

**Çizelge 3.2** Meyve Posalarına Ait Kurutma Süre ve Oranları

<b>Örnekler</b>	<b>Kurutma süresi, saat (sabit tartım)</b>	<b>Yaş ağırlık, gr</b>	<b>Kuru ağırlık, gr</b>	<b>Kuruma Oranı %</b>
Üzüm posası	36	500	229	45.8
Elma posası	32	400	152	38.0
Kayısı posası	43	800	229	28.6
Şeftali posası	37	944	141	14.9



**Şekil 3.2** Kurutulmuş Meyve Posalarına Ait Görseller

### **3.1.3 Meyve Atıklarında Fizikokimyasal Analizler**

#### **3.1.3.1 Kurumadde miktarı**

Kurutulmuş meyve atığı örneklerinin 3-5 g tartılarak örneğin 105°C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar tutulması sonucu meydana gelen ağırlık kaybından % olarak hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

#### **3.1.3.2 Protein Miktarı**

Dumas yöntemi esas alınarak azot miktarları belirlenmiş ve bu değerlerin 6.25 faktörüyle çarpılması sonucu protein miktarları % olarak hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

#### **3.1.3.3 Yağ Miktarı**

Örneklerin toplam yağ miktarları soxhalet metoduyla belirlenmiştir. Yağ miktarı % olarak kurumadde üzerinden hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

#### **3.1.3.4 Kül Miktarı**

Meyve posası örneklerinin kül miktarı, 3-5 g örneğin 550°C’de esmer lekeler kalmayınca kadar yakılmasıyla meydana gelen ağırlık kaybından % olarak hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

#### **3.1.3.5 pH Değeri ve Titrasyon Asitliği**

Kurutulmuş posa örneklerinden 3 gr tartılarak 50 mL hacme saf su ilave edilerek tamamlanmış ve 2 dakika vorteksle karıştırılmıştır. Daha sonra filtre kağıdından süzülerek elde edilen filtratın 20 mL'si, bir pH ölçer ile pH'yı ölçmek için kullanılmıştır ve pH 8.2'ye kadar 0.1 N sodyum hidroksit kullanılarak titrasyon asitliği belirlenmiştir. Titrasyon asitliği, elma için baskın organik asit olan malik asit ve kayısı, şeftali için baskın organik asit olan sitrik asit son olarak üzüm için baskın asit olan tartarik asit cinsinden % olarak hesaplanmıştır.

#### **3.1.3.6 Çözünürlük, Su tutma, Yağ Tutma ve Şişme Kapasitesi**

Çözünürlük tayini için posa örneklerinden falkon tüplere 0.5 g tartılarak üzerine 50 ml saf su ilave edilmiş ve vorteksle 2 dk homojenize edilmiştir. Daha sonra 3000 *xg*'de 5dk santrifüj edilmiştir. 25 ml supernatant behere transfer edilmiş ve 105°C’de 5 saat tutulmuştur. Tartım farkından % çözünürlük hesaplanmıştır (de Moraes Crizel ve ark., 2013). Su tutma ve yağ tutma kapasitesinin ölçülmesi için meyve posası örnekleri falkon tüplere 0.5g tartılmış ve üzerlerine 25mL saf su ve 10mL zeytinyağı yağı eklenmiştir. Vorteks yardımıyla karıştırılarak homojen hale getirilmiştir. Oda sıcaklığında 1 saat bekletilmiştir. Sonrasında falkon tüpleri santrifüj cihazına yerleştirilerek 1500 *xg*'de 10 dk santrifüjlenmiştir. Su ve yağ fazı uzaklaştırıldıktan sonra kalan katı kısım tartılmıştır. Absorblanan yağ ve su miktarı g olarak kurumadde de belirlenmiştir. Şişme kapasitesi analizi için ise yine falkon tüplere 0.5 g örnek tartılmış ve üzerine 10 ml saf su ilave edilerek vorteksle homojen hale getirilmiş sonrasında 18 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Sonuç olarak posaların şişen hacmi ml olarak kaydedilerek kurumadde üzerinden belirtilmiştir (Hassan ve ark., 2011; Gouw ve ark., 2017).

### 3.1.3.7 Toplam Fenolik Madde ve Antiradikal Süpürme Aktivitesi

Örneklerin ekstraksiyonunda, 1g örnek 50 ml asitlendirilmiş metanol (%0.1 HCl) ile buz banyosunda (~4°C) Ultra-turrax ile 30 dk (2×15 dk) ekstrakte edilmiştir (Rockenbach ve ark., 2011). Daha sonra ekstrakt toplam fenolik madde ve antiradikal aktivite analizlerinde kullanılmak üzere Whatman No.1 filtre kağıdından vakum altında filtre edilmiştir. Kurutulmuş örneklerden elde edilen ekstraktların toplam fenolik madde miktarı, bir önceki çalışmamızda meyve örneğinde kullanmış olduğumuz yöntem olan fenolik bileşiklerin alkali ortamda Folin-Ciocalteu çözeltisi ile verdiği rengin spektrofotometrede ölçümü ile saptanmıştır. Gallik asitle çizilen standart eğriden yararlanılarak hesaplama yapılmış ve sonuçlar gallik asit cinsinden mg GAE/g olarak verilmiştir. Örneklerin antiradikal süpürme aktivitesi DPPH metoduyla önceki çalışmamızda meyve örneğinde kullanmış olduğumuz yöntemle göre saptanmıştır (Demirkol ve Tarakci, 2018). Buna göre uygun oranlarda seyreltilmiş ekstrakt, DPPH-metanol reaktifi ( $10^{-3}$  mol/L DPPH solüsyonu) ile karanlık ortamda 30 dakika reaksiyona bırakılmış ve absorbans 515 nm'de kaydedilmiştir. Sonuçlar mg trolox/g kurumadde cinsinden ifade edilmiştir. Yapılan deneyler, her bir örnek için 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

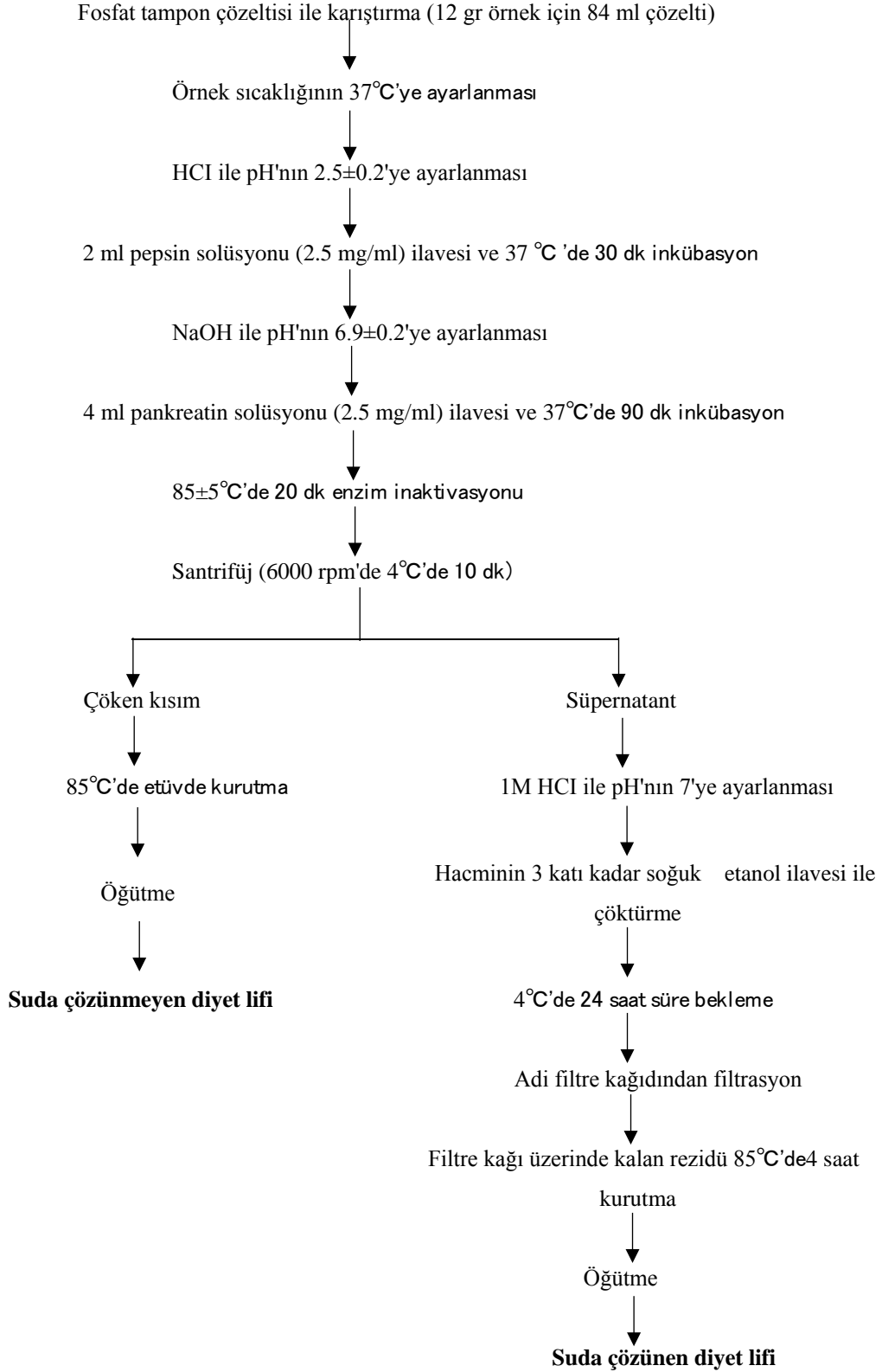
### 3.1.4 Meyve Atıklarından Diyet Lifi Ekstraksiyonu

Meyve atıklarından diyet liflerinin ekstraksiyonu Tuncil ve ark., (2018) tarafından detayları verilmiş olan *in vitro* üst gastrointestinal sistem sindirim protokolü kullanılarak, proteinlerinden ve yağlarından arındırılmak suretiyle gerçekleştirilmiştir. Özetle, kurutulmuş olan örnekler öncelikle hekzan ile muamele edilerek soxhalet cihazında yağları uzaklaştırılmıştır daha sonra fosfat tampon çözeltisi ile karıştırılmıştır (Her 12 g'lık kurutulmuş örnek için 84 ml fosfat tampon çözeltisi kullanılmıştır). Örneklerin sıcaklıkları 37°C'ye ayarlanmıştır. Örneklerin pH'sı, 6M HCl çözeltisi kullanılarak,  $2.5 \pm 0.2$ 'e ayarlanmış ve 2 ml pepsin solüsyonu ilave edilmiştir (her 12 g'lık kurutulmuş örnek için 2 ml pepsin solüsyonu). Pepsin ilavesi sonrasında, örnekler 37°C'de 30 dk inkübasyona bırakılmıştır (inkübasyon süresince mekanik karıştırıcı ile daimi karışım sağlanmıştır). Daha sonra örneklerin pH'sı, 6M NaOH çözeltisi kullanılarak,  $6.9 \pm 0.2$ 'e ayarlanmış ve 4 ml pankreatin solüsyonu ilave edilmiştir (her 12 g'lık kurutulmuş örnek için 4 ml pankreatin solüsyonu). Pankreatin

ilavesi sonrasında, örnekler 37°C'de 90 dk inkübasyona bırakılmıştır (inkübasyon süresince mekanik karıştırıcı ile daimi karışım sağlanmıştır). Inkübasyon süresi sonunda, enzim inaktivasyonu için örnekler, 85±5°C'de 20 dk karıştırılmıştır. **Suda çözünemeyen diyet lifleri**; santrifüj işlemi ile ortamdan arındırılmış, **suda çözünebilen diyet lifleri ise**; etanol ile çöktürme metodu kullanılarak elde edilmiştir.

**Suda çözünemeyen diyet liflerinin eldesi için uygulanacak olan santrifüj işleminin detayları:** Örnekler oda sıcaklığına gelinceye kadar beklenmiş ve daha sonra 6000 rpm'de, 4°C'de 10 dk'lık santrifüj işlemine tabi tutulmuşlardır. Santrifüj işlemi sonunda supernatant suda çözünen lifler için ayrılmış ve geri kalan kısım (**suda çözünemeyen diyet lifleri**), kahve öğütücüde toz haline getirilmeden önce, 60±5°C'de 4 saat süre ile kurutulmuştur.

**Suda çözünen diyet liflerinin eldesi için uygulanacak olan etanol ile çöktürme metodunun** (Cantu-Jungles ve ark., 2017) **detayları:** Santrifüj işlemi sonrası süpernatantların pH'sı 1M'lık hidroklorik asit (HCl) ile 7'ye ayarlanmıştır (nötrlenecektir). Hacminin 3 katı kadar soğuk etanol (-20°C'de depolanmış) ilave edildikten sonra +4°C'de 24 saat süre ile bekletilmiştir. Ardından adi filtre kağıdı ile filtrasyon işlemi yapıp filtrat atılmış ve filtrasyon işlemi sonucunda filtre kağıdı üzerinde kalan rezidü (**suda çözünen diyet lifleri**) 60±5°C'de 4 saat süre ile kurutulmuştur.



**Şekil 3.3** Meyve Posalarından Diyet Lifi Ekstraksiyonu İçin Uygulanan Akış Şeması



### 3.1.5 Diyet Liflerinin Nötral Monosakkarit Tiplerinin ve Miktarlarının Belirlenmesi

Suda çözünen ve çözünmeyen diyet liflerinin yapısında bulunan monosakkarit tipleri ve miktarları, Pettolino ve ark., (2012), tarafından detayları verilmiş olan “**monosakkarit kompozisyonlarının alditol asetat türevleriyle belirlenmesi**” metodu ile SP2330 kolona sahip olan **Gaz kromatografisi (GC; Shimadzu GC-2030)** kullanılarak belirlenmiştir. Analiz için gerekli olan GC çalışma şartlarının (enjektör ve kolon sıcaklıkları ve kolonda yürüme süreleri) detayları Tuncil ve ark., (2016) tarafından verilmiştir. Elde edilmiş olan örnekler, autosampler (otomatik numune cihazı; Shimadzu AOC-20i) yardımıyla Restek Rtx-2330 kolon (uzunluk 30 m; iç çap: 0.25 mm; film kalınlığı: 0.2 µm) ve bir alev iyonizasyon detektörü (GC-FID 7890A, Agilent Technologies, Inc., Santa Clara, CA)) ile donatılmış bir gaz kromatografi cihazı içine aşağıdaki koşullar altında enjekte edilmiştir: enjeksiyon ünite sıcaklığı, 240°C; enjeksiyon miktarı, 1 µL; split ratio, 1:10; kolon akışı, 1.14 mL/dk; taşıyıcı gaz, helyum; fırın (kolon) başlangıç sıcaklığı, 160°C; fırın (kolon) sıcaklık programı, gradiyen aşamalı olarak; gradiyen 1, 160°C 7.15 dk; gradiyen 2, eğim 4.00°C/dk, 220°C 4.10 dk; gradiyen 3, eğim 2.90°C/dk, 240°C 5.15dk; gradiyen 4, eğim 10.80°C/dk, 260°C 5.10 dk.

Standart olarak, saf ramnoz, ksiloz, arabinoz, fukoz, mannoz, galaktoz ve glikoz şekerleri kullanılmış olup, GC analizi öncesinde de bu şekerlere alditol asetat türevlendirme işlemi uygulanmıştır. Bu analiz, her bir örnek için 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Analiz hidroliz, indirgeme ve asetilasyon aşamalarından oluşmaktadır. Buna göre:

TFA hidrolizi:

**Suda çözünen lifler için;** 20 mg/ml olacak şekilde her bir diyet lifi çeşiti saf su ile çözdürülmüş ve bu karışımdan 50 µl cam deney tüpüne alınarak ısıtıcı blokta 40°C’de kurutulmuştur. Daha sonra kurutulmuş örnek üzerine 100 µl 2.5 M trifloroasetik asit (TFA) eklenip 121°C’de 90 dk ısıtıcı blokta hidroliz edilmiştir. Örnek ısıtıcı bloktan alınıp soğutulduktan sonra 20 µl myo-inositol (2.5 mg inositol/ml 2M TFA) internal standart olarak ilave edilmiş ve 40°C ısıtıcı blokta hava kompresörü ile

kurutulmuştur. Daha sonra 150 µl metanol ilave edilmiş ve örnek tekrar kurutulmuştur. Bu işlem iki kez yapıldıktan sonra indirgeme aşamasına geçilmiştir.

**Suda çözünmeyen lifler için ise;** cam tüplere 1-2 mg arasında örnek tartılmış ve üzerine %72'lik 63 µL sülfirik asit ilave edilerek 30°C inkübatörde hidroliz için 1 saat bırakılmıştır. Sonrasında 690 µL saf su ilave edilmiş ve 100°C ısıtıcı blokta 3 saat hidrolize devam edilmiştir. Hidroliz aşamasından sonra soğutulmuş ve 1 ml %20'lik DOM (v/v, dioctylamine/kloroform içinde) çözeltisi ilave edilip vorteks ile iyice karıştırıldıktan sonra 2000 rpm'de 2 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası altta kalan organik faz pastör pipetiyle atılmıştır. 1 mL %20'lik DOM ile 3 kez yıkama işlemi yapılmıştır. Daha sonra 4 kez 1mL kloroform ile üst fazı yıkama işlemine devam edilmiştir. İşlem bittikten sonra 20 µL myo-inositol (2.5 mg inositol/ml 2M TFA) internal standart olarak ilave edilmiş ve 40°C ısıtıcı blokta hava kompresörü ile kurutulmuştur ve indirgeme aşamasına geçilmiştir.

İndirgeme:

Bu aşamada kalıntı 50 µL 2 M amonyum hidroksit (NH<sub>4</sub>OH) de çözündürülüp 50 µL 1 M taze hazırlanmış sodyum borodeuteride (NaDB<sub>4</sub>) (42 mg NaDB<sub>4</sub>/1 mL 2M NH<sub>4</sub>OH'de) ilave edilmiştir. Örnek 1 dk sonikasyona bırakılmış ve 2.5 saat oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Daha sonra üzerine 23 µl glasiyel asetik asit ilave edilerek ısıtıcı blokta kurutulmuştur. Fazla olan indirgeyici iki kez 250 µL %5'lik asetik asit (v/v, metanolde) ve sonrasında iki kez 250 µl metanol ile uzaklaştırılmıştır. Her yıkama işleminden sonra ısıtıcı blokta kurutma işlemi yapılmıştır ve asetilasyon aşamasına geçilmiştir.

Asetilasyon aşaması:

250 µl asetik anhidrid ile asetile edilmiş 5 dk sonikasyon ve 100°C'de 2.5 saat inkübasyona tabi tutulmuş ve 2 ml su ilave ederek vortekste karıştırılıp 10 dk bekletilmiştir. 1 ml DCM (diklorometan, Merck) ile kısmen asetil alditoller ekstrakte edilmiş ve faz ayrımı için oda sıcaklığında 2000 rpm'de 2 dk santrifüj edilmiştir. 2x2 ml su ile DCM fazı yıkanmış pastör pipeti ile üstteki su fazı uzaklaştırılmıştır. DCM fazı 40°C ısıtıcı blokta kurutulmuş ve 250µl asetonda çözdürülerek vialle aktarılmıştır. GC'de analiz olana kadar örnekler +4°C'de saklanmıştır.

### **3.1.6 Asidik Monosakkaritlerin (Üronik Asit) Belirlenmesi**

Suda çözünen ve çözünmeyen diyet liflerinin yapısında bulunan asidik monosakkaritler (galakturonik asit+glukuronik asit) “AACC 32-25.01 üronik asit metodu (Uppsala metodu)” ile belirlenmiştir (AACC, 2000). Özetle, diyet lifinin suda çözünen ve suda çözünmeyen kısımları (50 mg), 0.3 mL 12 M sülfirik asit çözeltisi ile 30°C’de 1 saat muamele edilmiş ve daha sonra üzerine 8.4 mL saf su ilave edilerek 125°C’de 1 saat otoklavlanmıştır. Otoklavlama işlemi sonunda, 100 µL filtrat, 100 µL sodyum klorür/borik asit solüsyonuyla karıştırılarak üzerine 1.6 mL 18 M sülfirik asit ilave edilmiş ve 70°C’de 40 dakika inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda 80 µL 3,5-dimethylphenol çözeltisi ilave edilip 400 ve 450 nm’de spektrofotometrede okuma yapılmıştır. Standart eğrinin eldesinde galakturonik asit monohidrat standart solüsyonu kullanılmış olup, toplam asidik monosakkarit miktarları % olarak (ağırlık üzerinden) hesaplanmıştır (AACC Official Methods 32-25.01). Yapılan deney, her bir diyet lifi örneği için 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

### **3.1.7 Meyve Atıklarının Prebiyotik Potansiyellerinin *İn-vitro* Şartlarda Belirlenmesi**

Bu aşamanın amacı; meyve suyu endüstrisi atıklarının prebiyotik potansiyellerinin *in vitro* şartlar altında (insan dışkısından izole edilmiş mikroorganizmalarla fermentasyon ile) belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda; meyve suyu atıklarından elde edilmiş olan diyet lifleri insan dışkısındaki mikrobiyaya ile fermentasyona bırakılarak mikrobiyal fermentasyon sonucunda oluşmuş olan ve insan sağlığına yararlı etkileri olduğu epidomiyolojik çalışmalarla belirlenmiş olan kısa zincirli yağ asitlerinin tipleri ve miktarları belirlenmiştir. Çalışmanın bu analizi için Ordu Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından araştırmanın etik ilke ve kurallara uygunluğuna (kod: 2019/115) dair onay alınmıştır.

#### **3.1.7.1 Kolonik *İn-vitro* Fekal Fermentasyon**

Meyve atıklarından ekstrakte edilmiş olan diyet liflerinin (kurutularak toz haline getirilmiş) prebiyotik potansiyelleri *in vitro* şartlar altında, sağlıklı insanlardan elde edilmiş olan gaita mikrofloraları kullanılarak (Sayar ve ark., 2007) tarafından detayları verilmiş olan yöntemle belirlenmiştir. Fekal örnekler en az 3 ay antibiyotik

kullanmamış 3 sağlıklı insandan (30 ve 36 yaşında iki kadın; 35 yaşında bir erkek, üçü de omnivordur) toplanmıştır. Kısaca, 50 mg meyve atıklarından elde edilmiş olan diyet lifi her bir zaman periodu için (0, 6,12, 24 sa) fermentasyon tüplerine konulmuş ve 4 ml anaerobic fermentasyon besiyeri ile (3.7 g Brain Heart Infusion Broth W/O Dextrose, 93 mL saf su, 5 mL Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (80g/L), 2 mL L-cysteine hydrochloride (12.5 g/L) ve 0.1 mL resazurin (1g/L)) karıştırılmıştır. Fekal karışımlar BHI besiyeri ile (fekal: BHI=1:3 (w/v)) homojenize edilerek hazırlanmış, ardından 4 katlı tülbent bezinden filtre edilmiştir. Filtre edilen fekal karışımlar eşit oranda karıştırılarak bir araya getirilmiş daha sonra anaerobik koşullarda (%80 N<sub>2</sub> ve %20 CO<sub>2</sub>) fermentasyon kabini içerisinde her tüpe 1 ml inoküle edilip, lastik tıpayla kapatılmış ve 37°C'de çalkalamalı inkübatörde (120 rpm) anaerobik şartlarda (AnaeroPack-Anaero; Mitsubishi Gas Chemical Co., Tokyo, Japan) 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda, kısa zincirli yağ asitleri analizi için her örnekten 1 ml alınmıştır. Pozitif kontrol olarak hızlı fermente olan Laktuloz kullanılmıştır. Laktuloz bir disakkarittir (4-O-β-D-galaktopiranosil-d-fruktoz) ve laktozun izomerizasyonu ile üretilen galaktoz ve fruktozdan oluşur (Panesar ve Kumari, 2011).

### **3.1.7.2 pH Değişimi ve Kolonik Mikrobiyal Metabolitlerin (SCFA ve BCFA) Üretimi**

İnokülasyondan sonraki 6, 12, ve 24. saat noktalarında pH ölçümü yapılmıştır. pH ölçümleri için süpernatant ayrı bir 15 ml'lik falkon tüpüne aktarılmış ve bir pH metre kullanılarak ölçülmüştür. Fermentasyon sonucunda toplanmış olan örneklerdeki mikrobiyal kısa zincirli yağ asitleri, Tuncil ve ark., (2017) tarafından tanımlanmış yöntem ile gaz kromatografisi (Shimadzu, GC-2030) kullanılarak analiz edilmiş ve asetik, bütirik, propiyonik, isovalerik ve isobutirik asitlerin varlığı ve konsantrasyonları tespit edilmiştir. Kısaca, kısa zincirli yağ asitleri analizi için toplanan örnekler 100 µl dahili standart bir karışımla birleştirilmiştir (dahili standart karışım 157.5 µl 4-metilvalerik asit, 1.47 ml %85 fosforik asit, 39 mg bakır sülfat pentahidrat birleştirilerek hazırlanmış, daha sonra bu karışımın son hacmi saf su ile 25 ml'ye getirilmiştir). Kısa zincirli yağ asitleri ölçümleri için dondurulmuş numuneler oda sıcaklığında getirilmiş ve 10 dakika boyunca 13 000 rpm'de santrifüjlenmiştir. Süpernatantlar (4 µl), bir silika kapiler kolon (NukonTM, Supelco No: 40369-03A, Bellefonte, PA) ve bir alev iyonizasyon detektörü (GC-FID 7890A, Agilent

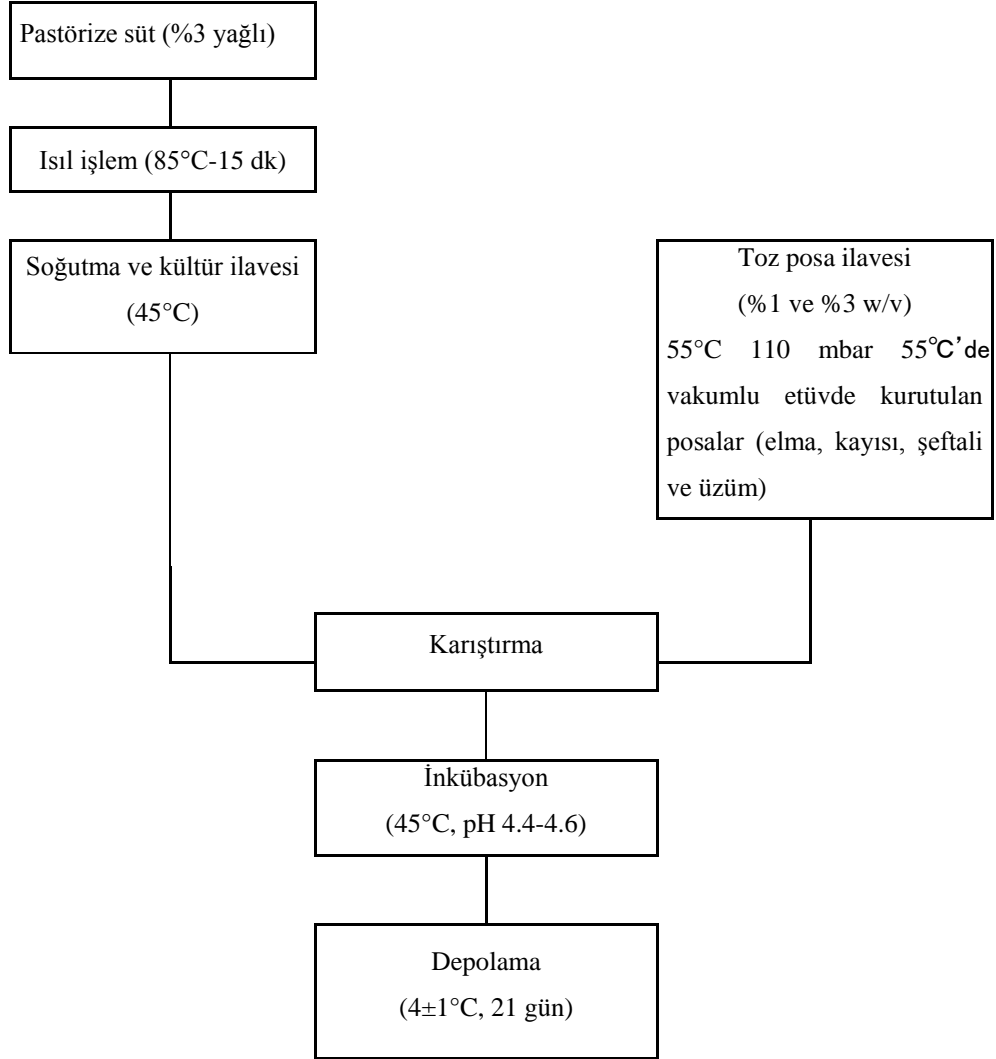
Technologies, Inc., Santa Clara, CA)) ile donatılmış bir gaz kromatografi cihazı içine aşağıdaki koşullar altında enjekte edilmiştir: enjektör sıcaklığı, 230°C; ilk fırın sıcaklığı, 100°C; sıcaklık programı, son sıcaklıkta 3 dakika boyunca bekletilerek 8°C/dak. 200°C'ye. Helyum, taşıyıcı gaz olarak 0.75 ml/dak'da kullanılmıştır. Dış standart olarak kısa zincirli bir yağ asidi standart karışımı (Supelco, Bellefonte, PA) kullanılmıştır. 4-metilvalerik aside göre asetat, propiyonat ve bütirat için pik alanları ölçülerek miktar tayini yapılmıştır.

### 3.2 Yoğurt Üretimi ve Analizleri

Meyve suyu işletme atıklarından elde edilen posalarla (elma, kayısı, şeftali ve üzüm) set tipi probiyotik yoğurt üretimi Şekil 3.5'de belirtildiği gibi yapılmıştır. Yoğurt üretiminde klasik yoğurt kültürü olan YC-350 (*S. thermophilus* and *L. bulgaricus*, 1:1 oran, DVS kültür, 15g/500kg süt) ve *Lactobacillus acidophilus* La5 (DVS kültür, 25g/250 kg süt için 10<sup>7</sup> koloni için) probiyotik kültürü kullanılmıştır. Analizler üretimin 1, 7, 14 ve 21. günlerinde 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Üretimde kullanılan meyve atıkları (elma, kayısı, şeftali ve üzüm) daha önceki çalışmamızda (Demirkol ve Tarakçı, 2018) yapılan kalite analizleri ve duyuşal değerlendirme sonuçlarına göre %1 ve %3 oranında yoğurt örneklerine ilave edilmiştir.

Üretimde marketten satın alınan pastörize süt (MİS Süt, Ak Gıda San. ve Tic A.Ş., Sakarya, Türkiye, Karbonhidrat: %4.7, Yağ: %3.1, Protein: %2.8) kullanılmıştır. Pastörize sütler, 85°C'ye ısıtıldıktan sonra aseptik koşullar altında 1 L hacimli steril cam şişelere transfer edilerek önceden 85°C sıcaklığa getirilmiş olan otoklav içerisinde 15 dk bekletilerek pastörize edilmiştir. Sütler 35-45°C sıcaklığa soğutulduktan sonra 1 litre için gerekli miktarları hesaplanmış YC350+La5 kültür karışımıyla inoküle edilmiştir ve önceden %1 ve %3 olacak şekilde her bir posa çeşidinden tartılan 100 mL hacme sahip steril numune kaplarına transfer edilmiştir. Kapların tamamı 43°C sıcaklıkta inkübasyona (EN 120, Nüve AŞ, Ankara) bırakılmış ve pH değerleri inkübasyon süresince takip edilmiştir. İnkübasyonlar, pH değerleri 4.6'ya ulaşana kadar devam etmiş ve bu süreç 4-5 saat sürmüştür. İnkübasyon tamamlandıktan sonra tüm kaplar 1 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra buzdolabı koşullarında depolanmıştır. Zamanı gelen her dönem için ayrılmış olan 3 kaptan birincisi öncelikle

mikrobiyoloji olmak üzere kuru madde, pH ve asitlik analizleri için; ikincisi viskozite ve serum ayrılması analizleri için kullanılmış, üçüncü kap ise daha sonra monosakkarit bileşimi ve kısa zincirli yağ asitleri analizlerinde kullanılmak üzere analiz zamanına kadar açılmadan  $-20^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmıştır.



**Şekil 3.4** Meyve posası ilaveli probiyotik yoğurt üretimi

### **3.2.1 Fizikokimyasal Analizler**

#### **3.2.1.1 Titrasyon Asitliği ve pH Değeri**

Örnek homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra behere 9 g tartılıp üzerine 9 ml saf su ilave edilmiş ve 0.1 N NaOH ile pH 8.1-8.2'e kadar titre edilerek % laktik asit miktarı laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (Bradley ve ark., 1992). pH değeri inoLab (Weilheim, Germany) marka pH metre ile ölçülmüştür.

#### **3.2.1.2 Kurumadde Oranı**

Sabit tartıma kadar 105°C'de bekletilip desikatörde 15-30 dk tutularak daraları alınan kuru madde kaplarına 3-4 gr iyice karıştırılmış örnek alınarak hassas terazide tartım yapılmıştır. 105°C'de etüvde sabit ağırlığa kadar tutulup desikatörde soğutulularak tartım yapılarak ağırlık kaybından kuru madde yüzdesi hesaplanmıştır (Bradley ve ark., 1992). Kurumadde tayini yalnızca depolamanın ilk gününde yapılmıştır.

#### **3.2.1.3 Hunter Renk Tayini**

Yoğurt örneklerinin renk özelliklerinin belirlenmesinde (Konica Minolta CR-5, Japan) renk tayin cihazı kullanılmıştır. Ölçümler, örneğin 5 farklı bölgesinde ayrı ayrı gerçekleştirilmiş ve aritmetik ortalamaları alınmıştır. L, 0-100 arasında aydınlık ve karanlığın bir ölçüsüdür, 0 siyaha, 100 beyaza karşılık gelmektedir. Renk ölçüm sisteminde a değerinin pozitif (+) değerleri kırmızılığı, negatif (-) değerleri ise yeşilliği ifade etmektedir. b değerinin pozitif (+) değerleri sarılığı, negatif (-) değerleri ise maviliği ifade etmektedir.

#### **3.2.1.4 Viskozite Tayini**

Viskozite ölçümlerinde, iki sensor plakının sabit frekansta rezonansı için gerekli elektrik akımını prensip alan sinüs dalga tipi titreşimli bir viskozimetre (SV-10, A&D Inc., Japonya) kullanılmıştır. Ölçümler 10°C'ye getirilmiş örneklerde, 2 paralelli olarak yapılmıştır. Ölçüm yapılmadan önce örnekler 40 saniye saat yönünde karıştırılmış ve cihaza özgü numune kabına yaklaşık 40 mL hacimde transfer edilmiştir. Okunan değerlerin ortalaması alınarak viskozite cP olarak tespit edilmiştir.

### 3.2.1.5 Serum Ayrılması Analizi

Yoğurtların serum ayrılması (sineresiz) miktarını belirlemek için, santrifüj tüplerine 10 gr yoğurt örneği tartılmış ve yüksek devirli, soğutmalı santrifüjde (Sigma 3K30, Germany) 800 *xg* dönüş hızında 4°C’de 10 dk santrifüj edilmiştir. Katı kısımdan ayrılan serum miktarı gram olarak tespit edilerek, sonuçlar yüzde olarak ifade edilmiştir (Najgebauer-Lejko vd., 2014).

### 3.2.2 Mikrobiyolojik Analizler

Steril bir spatül vasıtasıyla homojen hale getirilen yoğurt örneğinden 10 g alınarak steril stomacher poşetlerine transfer edilmiş ve 90 mL serum fizyolojik (%0.85 tuz içeren) eklendikten sonra 30 saniye stomacher cihazında (BagMixer 400P, Interscience Co., Fransa) homojenize edilmiştir. Poşetteki homojenattan 1 mL alınıp 9 mL’lik steril serum fizyolojik içeren tüplere transfer edilerek seri dilüsyonlar gerçekleştirilmiştir. Uygun dilüsyonlardan alınarak sayımı yapılacak mikroorganizma çeşidine uygun besiyerlerine ekimler gerçekleştirilmiştir. Uygun sıcaklık ve sürelerde yapılan inkübasyonlar sonucunda 30-300 koloni içeren petri kutularında sayımlar yapılarak yoğurtlardaki ilgili mikroorganizma sayıları belirlenmiştir.

Mikrobiyolojik analizler 1, 7, 14 ve 21. depolama günlerinde yapılmıştır. *Lactobacillus acidophilus* La5 koloni sayımı Geraldi ve ark., (2018) yöntemine göre yapılmıştır. Buna göre 0.5 mg/L klindamisin (klindamisin fosfat; TCI, Tokyo) içeren de Man, Rogosa ve Sharpe Agar (MRS) agar üzerinde anaerobik koşullarda 37°C’de 48-72 saatte gelişen koloniler sayılmıştır.

*Streptococcus thermophilus*, M17 agar besiyeri üzerinde 37°C’de 48 saatte gelişen *Streptococcus* kolonileri sayılarak, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, asetik asitle pH’sı 5.2’ye ayarlanmış MRS agar üzerinde, anaerobik ortamda (Genbox Jar, anaerobik indikatör) 37°C’de 48 saatte gelişen *Lactobacillus* kolonileri sayılarak belirlenmiştir (Chouchouli ve ark., 2013). Maya ve Küf, YGC agar besiyeri kullanılarak 25°C’de 4 gün sonunda gelişen koloniler sayılarak belirlenmiştir.



### 3.2.3 Diyet Lifi Ekstraksiyonu ve Monosakkarit Bileşiminin Belirlenmesi

Yoğurt örneklerinde diyet lifi ekstraksiyonu 3.1.4’de belirtilen prosedüre göre yapılmıştır. Ancak son aşamada inkübasyon süresi sonunda, enzim inaktivasyonu için örnekler,  $85\pm 5^{\circ}\text{C}$ ’de 20 dk karıştırılıp soğutulduktan sonra suda çözünen ve çözünmeyen şekilde ayrılmayıp bütün örnek 3500 Da moleküler ağırlıklı bir diyaliz tüpü (Spectrum Labs, Rancho Dominguez, CA, ABD) ile 36 saat boyunca deiyonize suya karşı diyaliz edilmiştir (su her 12 saatte bir değiştirildi). Ardından liyofilizasyon yapılan örneklerde monosakkarit bileşim analizi yapılmıştır. Yoğurt örneklerinde ekstraksiyon %3 posa içeren ve kontrol örneklerinde yapılmıştır. Yoğurt örneklerinin monosakkarit bileşimi daha önce 3.1.4 ve 3.1.5’de belirtilen prosedüre göre tespit edilmiştir.



**Şekil 3.5** Yoğurt Örneklerinden Diyet Lifi Elde Edilmesi Aşamasındaki Diyaliz İşlemi

### 3.2.4 Kısa Zincirli Yağ Asitlerinin Belirlenmesi

Meyve posası ilaveli yoğurt örneklerinden ekstrakte edilmiş olan diyet liflerinin (kurutularak toz haline getirilmiş) kısa zincirli yağ asitleri tespiti *in vitro* şartlar altında, sağlıklı insanlardan elde edilmiş olan gaita mikrofloraları kullanılarak (Sayar ve ark., 2007) tarafından detayları verilmiş olan yöntemle belirlenmiştir. Prosedürün ayrıntıları daha önce meyve posalarının kısa zincirli yağ asitleri analizinde (3.1.6.1) belirtilmiştir.

### 3.2.5 Duyusal Analizler

Meyve atığı tozu katkılı yoğurtların duyusal değerlendirmesi, Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde görevli öğretim elemanlarından oluşan 10 kişilik panelist grubu tarafından, duyusal değerlendirme puan kartı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yoğurt örnekleri, üç basamaklı sayılar ile

rastgele kodlandıktan sonra panelistlere servis edilmiştir. Yoğurtların duysal özellikleri görünüm, yapı-kıvam, tat-aroma, koku, genel kabul edilebilirlik kategorilerinde 10 puanlık hedonik bir skala üzerinden değerlendirmesi talep edilmiştir.

DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU									
Değerlendirenin adı:					Tarih:				
Kalite Faktörleri	Örnekler								
	315	406	520	840	607	364	280	437	752
Görünüm									
Yapı-Kıvam									
Tat-Aroma									
Koku									
Genel Kabuledilebilirlik									

Not: Değerlendirme tüm kalite faktörleri 1-10 puan arası yapılmaktadır

Şekil 3.6 Duyusal Analiz Değerlendirme Formu

### 3.2.6 İstatistiksel Analiz

Analizler sonucunda elde edilen verilerin istatistik analizi SPSS 20 paket programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA modeli) ile incelenmiştir. Gruplar arasında önemli farklılıkların analizinde Tukey karşılaştırma analizi kullanılmış ve alfa değeri 0.05 alınmıştır. Tüm sonuçlar iki tekerrürün ortalamasını temsil etmektedir.

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1 Kurutulmuş Meyve Posalarına Ait Bulgular

#### 4.1.1 Kurutulmuş Meyve Posalarının Fizikomkiyasal Özellikleri

Vakumlu etüvde kurutularak toz forma getirilen meyve posalarına ait fizikokimyasal özellikler Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de verilmiştir. Kurumadde miktarı değerleri %88.85 ile %93.64 arasında değişmiştir. En yüksek kurumadde miktarı elma ve üzüm posasında en düşük kurumadde miktarı ise şeftali posasında tespit edilmiştir. Kül miktarı ise %1.29 ile %3.62 arasında değişirken, en yüksek kül miktarı kayısı ve şeftali posasında en düşük kül miktarı ise elma posasında tespit edilmiştir. Seker ve ark., (2009) elma ve kayısı tozu ile yaptıkları çalışmada nem içeriklerini sırasıyla %5.2 ve %5.1, kül içeriklerini ise sırasıyla %3.08 ve %3.23 olarak tespit etmişlerdir. Yine González-Centeno ve ark., (2010) üzüm ile ilgili yaptıkları çalışmada kül değerleri bizim çalışmamızda üzüme ait kül değerlerine benzer tespit edilmiştir. Pagan ve Ibarz (1999), taze şeftali posası ile ilgili çalışmasında kül değerinin %3 olduğunu bildirmiştir. Kayısı posasının kül değerlerinin ise %0.60-5.34 arasında olduğu gösterilmiştir (Kasapoğlu ve ark., 2020). Bu çalışmalardaki verilerin bizim verilerimizle örtüştüğü görülmektedir.

**Çizelge 4.1** Kurutulmuş Meyve Posalarına Ait Fizikokimyasal Özellikler

	Elma	Kayısı	Şeftali	Üzüm
KM (%)	93.64 ± 0.03 <sup>A</sup>	92.63 ± 0.18 <sup>B</sup>	88.85 ± 0.2 <sup>C</sup>	93.55 ± 0.09 <sup>A</sup>
Kül (%)	1.29 ± 0.13 <sup>C</sup>	3.35 ± 0.00 <sup>A</sup>	3.62 ± 0.05 <sup>A</sup>	2.63 ± 0.09 <sup>B</sup>
Yağ (%)	2.61 ± 0.10 <sup>B</sup>	3.02 ± 0.12 <sup>A</sup>	0.85 ± 0.06 <sup>C</sup>	2.85 ± 0.08 <sup>AB</sup>
Protein (%)	8.77 ± 0.04 <sup>A</sup>	3.63 ± 0.01 <sup>D</sup>	4.62 ± 0.05 <sup>C</sup>	7.20 ± 0.05 <sup>B</sup>
Titrasyon asitliği (%)	1.11 ± 0.08 <sup>B</sup>	4.76 ± 0.15 <sup>A</sup>	4.00 ± 0.45 <sup>A</sup>	1.84 ± 0.17 <sup>B</sup>
pH	3.93 ± 0.00 <sup>A</sup>	3.75 ± 0.00 <sup>C</sup>	3.81 ± 0.00 <sup>B</sup>	3.93 ± 0.02 <sup>A</sup>
DPPH (µg TE/mg)	3.09 ± 0.08 <sup>B</sup>	3.55 ± 0.21 <sup>B</sup>	2.86 ± 1.07 <sup>B</sup>	33.49 ± 2.34 <sup>A</sup>
TFM (mg GAE/100g KM)	345.69 ± 7.73 <sup>B</sup>	464.31 ± 4.91 <sup>B</sup>	284.3 ± 12.56 <sup>B</sup>	4577.84 ± 313.12 <sup>A</sup>

<sup>A-D</sup>Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Meyve posalarının yağ içerikleri ise %0.85 ile %3.02 arasında değişmiştir. En yüksek yağ içeriği kayısı posası, en düşük yağ içeriği ise şeftali posasında tespit edilmiştir.

Meyve posalarına ait protein içerikleri %3.63 ile %8.77 arasında değişmiştir. En yüksek protein miktarı elma posasında en düşük protein miktarı ise kayısı posasında tespit edilmiştir.

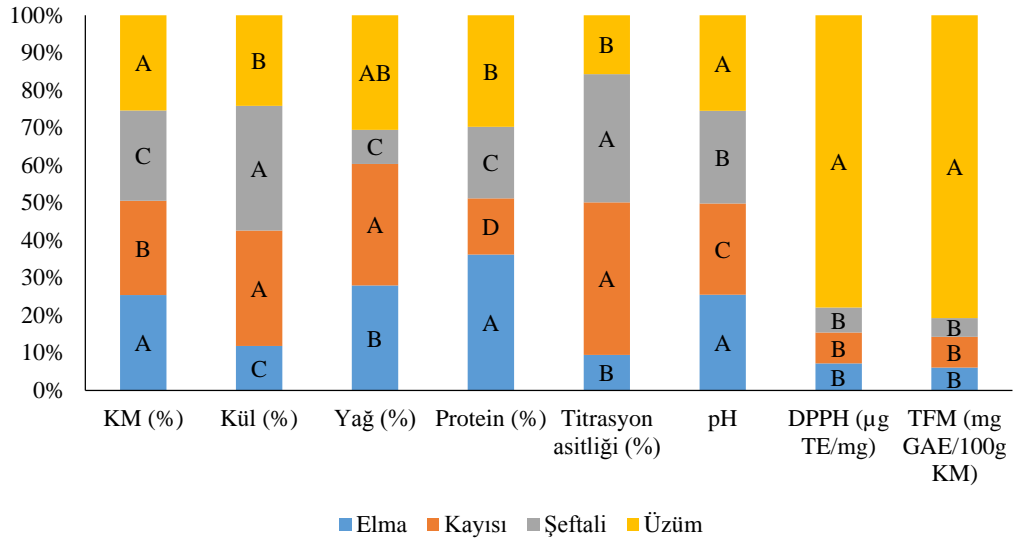
Deng ve ark., (2011) beş farklı çeşit üzüm ile yaptıkları çalışmada yağ içeriklerinin %1.14 ile %6.33 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Karnop ve ark., (2017) üzüm posası ununda protein ve yağ değerlerinin sırasıyla %11.44 ve %7.69 olduğunu bildirmiştir. Fatima ve ark., (2018) kayısı meyvesinde ortalama protein ve yağ oranlarının sırasıyla %1.4-2.0 ve %0.4-0.6 olduğunu bildirmiştir. Proteinler ve yağlar meyvenin etinde düşük miktarlarda bulunur; kayısı çekirdeğinde ise sırasıyla %20-%30 ve %40-52 gibi kayda değer miktarlarda bulunmaktadır (Alpaslan ve Hayta, 2006). Başka bir çalışmada kayısı posasının yağ ve protein miktarının sırasıyla %0.2-3.12 ve %1.06-4.87 arasında değiştiğini bildirmiştir (Kasapoğlu ve ark., 2020). Bu çalışmadaki veriler bizim çalışmamızdaki verilerle örtüşmektedir. Pagan ve Ibarz (1999), taze şeftali posası üzerine yaptıkları çalışmada protein ve yağ değerlerini %7.5 ve <%3 olduğunu bildirmiştir. Figuerola ve ark., (2005) çalışmasında elma ve üzüm posasındaki protein içeriğinin sırasıyla 3.12 ve 8.42g/100g KM olduğunu göstermiştir.

Çalışmada posaların titrasyon asitliği değerlerine bakıldığında, %1.11 ile elma posası en düşük asitliğe, %4.76 ile kayısı posasının ise en yüksek asitliğe sahip olduğu görülmektedir. Kayısı posası pH değerlerinin 2.56 ile 5.63 arasında olduğu bildirilmiştir (Kasapoğlu ve ark., 2020). Kayısı ve şeftali posalarının titrasyon asitlikleri arasında önemli bir farklılık görülmemiştir ( $p>0.05$ ). Çizelge 4.1'de meyve posalarına ait pH değerleri incelendiğinde elma ve üzüm posalarının pH değerlerinin benzer olduğu görülmektedir, bunları şeftali posası takip etmekte en düşük pH değerini ise kayısı posasının sahip olduğu görülmektedir.

Fenolik bileşikler meyve, sebze ve diğer bitkilerin duyusal ve besinsel kalitesinde önemli etkileri olan sekonder bitki metabolitleridir (Sun-Waterhouse, 2011). Meyve sebzelerde niteliklerine göre çeşitli fenolik bileşikler farklı oranlarda bulunabilmekte ve gıdaların renk, tat ve lezzetini etkileyerek gıdaların albenisini önemli şekilde etkilemektedirler. Ayrıca fenolik bileşiklerin doğal antioksidan kaynağı olmaları ve dolayısı ile sağlık üzerine olumlu etkileri nedeniyle meyve ve sebze ürünlerine olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır (Nizamlioğlu ve Nas, 2010). Gıdalardaki

antioksidanlar, oksidasyondan kaynaklanan acılaşmayı ve diğler tat bozulmalarını geciktirme veya önleme özelliğine sahip olan maddelerdir. Meyve ve sebzeler antioksidatif aktivite gibi farklı biyoaktif özelliklere sahip fitokimyasalları içermektedirler (Tavman ve ark., 2009). Bununla birlikte birçok diyet polifenolünün antioksidan etkileri veya anti-inflamatuar yollar yoluyla biyolojik etkileri olmasına rağmen kolona ulaşan polifenoller yerleşik mikrobiyota tarafından metabolize edilebilir ve biyoaktif ürünlerle sonuçlanabilir, ancak mikrobiyal biyodönüşüm süreçleri hakkındaki bilgi sınırlıdır (Conlon ve Bird, 2015).

Kurutulup toz forma getirien meyve posalarında toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite tayini yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.1'de sunulmuştur. Çizelgeden de görüldüğü gibi toz posalardan sağlanan ekstraktların toplam fenolik madde içerikleri kurumadde de 284.3 mg GAE/100g ile 4574.84 mg GAE/100g arasında ve antiradikal aktivite değerleri ise 2.86 µg TE/mg ile 33.49 µg TE/mg arasında değıştiğı tespit edilmiştir. Çizelgeye bakıldığında toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitenin belirgin biçimde üzüm posasında en yüksek düzeyde olduğı ( $p < 0.05$ ), diğler posalarda ise önemli bir fark görülmediğı anlaşılmaktadır ( $p > 0.05$ ). Fenolik ve flavonoid içerikleri, bitki veya meyve ekstraktlarının antioksidan aktivitesi ile büyük ölçüde ilişkilidir. Bu bileşenler, esas olarak serbest radikal süpürücü aktivitesi ve oksidatif strese karşı koruması nedeniyle insan sağlığı açısından çok önemlidir (Cerde-Tapia ve ark., 2015). Wang ve ark., (2019b) elma posası tozu ile ilgili yaptıkları çalışmada elma posası tozunun TFM içeriğinin 289.1 mg GAE/100 g olduğunu bildirmişlerdir. Elma posaları üzerine yapılan başka bir çalışmada TFM içeriklerinin 275.44 mg GAE/100 g ve 150.72 mg GAE/100 g olduğunu bildirilmiştir (Cerde-Tapia ve ark., 2015). Bu değerlerin bizim değerimizden (345.69 mg GAE/100 g) daha düşük olduğunu görülmektedir. Karnop ve ark., (2017) ise üzüm posası üzerine yaptıkları çalışmada TFM'nin 2179.68 mg GAE/100 g olduğunu bildirmiştir. Yine de Moraes Crizel ve ark., (2013) portakal posası ve portakal kabuğı diyet liflerinin TFM içeriklerinin sırasıyla 118.66 mg/g ve 124.97 mg/g olduğunu bildirmiştir. Bununla beraber TFM'deki farklı sonuçlar, ekstraksiyon işlemleri, bitki materyali, kullanılan solvent ve sıcaklık gibi faktörlerden kaynaklanabilmektedir (Li ve ark., 2006).



**Şekil 4.1** Kurutulmuş Meyve Posalarına Ait Fizikokimyasal Özellikler

#### 4.1.2 Kurutulmuş Meyve Posalarına Ait Fonksiyonel Özellikler

Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2 meyve posalarının fonksiyonel özelliklerini göstermektedir. Bu özellikler, kristallik, yüzey özelliği (örneğin, gözeneklilik, yük yoğunluğu ve polar gruplar) ve hidrofobik doğa dahil olmak üzere lif özellikleri ile ilgili özelliklerdir ve meyve posasının çeşitine göre farklılık göstermektedir (Gouw ve ark., 2017). Bu özellikler posaların gıda uygulamalarında koyulaştırıcı ve emülsifiye edici maddeler olarak kullanımlarında faydalı olabilir. Çizelge 4.2’den de görüleceği gibi posaların şişme kapasiteleri 4.28 ile 8.44 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Şişme kapasitesi, belirli bir süre suya daldırıldıktan sonraki toplam değişim hacmidir. En yüksek şişme kapasitesi şeftali posasında, en düşük şişme kapasitesi ise üzüm ve kayısı posasında tespit edilmiştir. Su tutma kapasitesi ise 3.22 ile 7.08 arasında değişmiş şişme kapasitesine benzer şekilde yine en yüksek su tutma kapasitesi şeftali posasında en düşük su tutma kapasitesi üzüm posasında tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada üzüm meyvesi, elma posası, narenciye ve portakal kabuğu gibi bazı meyve suyu işleme atıkları için su tutma kapasitesinin 1.62-2.26 aralığında olduğu bildirilmiştir (Figuerola ve ark., 2005). Bu çalışmada bizim çalışmamızın aksine elma atıklarının su tutma kapasitesinin üzüm atıklarından daha düşük olduğu belirtilmiştir. Yüksek su tutma kapasitesi, yüksek çözünür lifli maddelerin varlığından kaynaklanabilir (Hassan ve ark., 2011). Su tutma kapasitesi, diyet liflerinin (DL) en önemli fizikokimyasal özelliklerinden biridir ve gıda işlemeyi ve *in-vivo* fizyolojik özelliklerini etkiler.

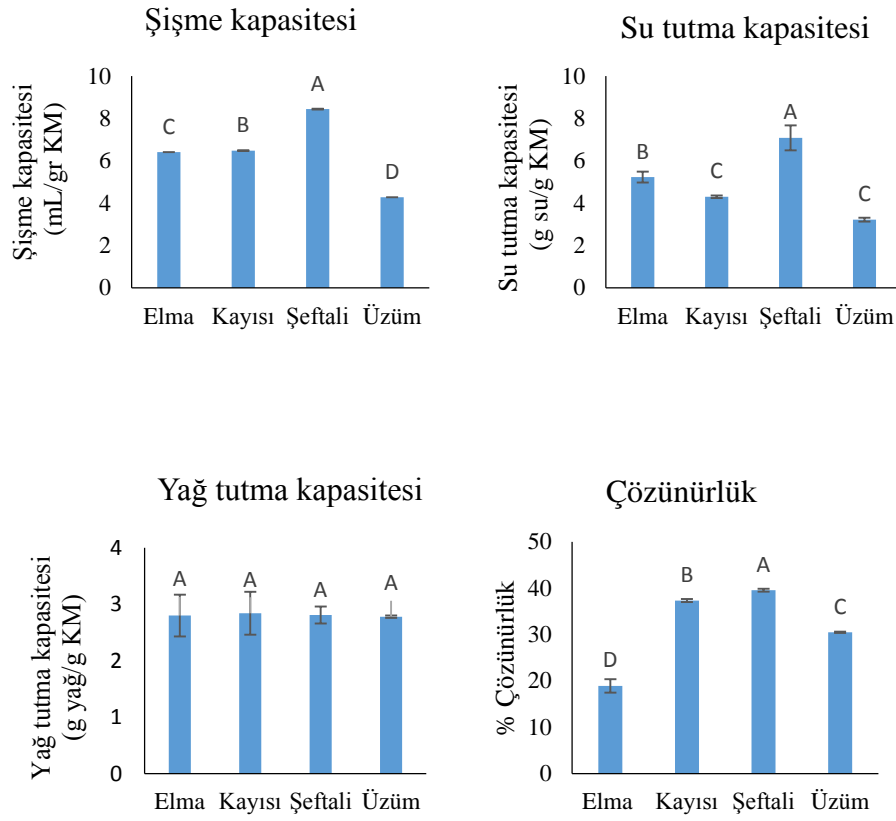
DL'lerin su tutma kapasitesi, gözenek hacmini yansıtır ve bağırsak geçişi sırasında davranışları hakkında fikir verir. Yüksek su tutma kapasiteli DL'leri ayrıca çiğnemeyi uzatabilir, böylece potansiyel olarak doygunluğu etkileyebilir ve dışkı hacmini artırabilir (Lv ve ark., 2017). Bu nedenle, çalışmada diğer posalara kıyasla yüksek su tutma kapasitesine sahip şeftali posası, gıda kalitesini iyileştirmek ve vücut ağırlığının kontrolü için fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılabilir.

**Çizelge 4.2** Kurutulmuş Meyve Posalarına Ait Fonksiyonel Özellikler

	Elma	Kayısı	Şeftali	Üzüm
Şişme (ml/g KM)	6.41 ± 0.00 <sup>C</sup>	6.48 ± 0.01 <sup>B</sup>	8.44 ± 0.02 <sup>A</sup>	4.28 ± 0.00 <sup>D</sup>
Su tutma (g su/g KM)	5.23 ± 0.26 <sup>B</sup>	4.30 ± 0.06 <sup>BC</sup>	7.08 ± 0.59 <sup>A</sup>	3.22 ± 0.09 <sup>C</sup>
Yağ tutma (g yağ/g KM)	2.08 ± 0.37 <sup>A</sup>	2.84 ± 0.18 <sup>A</sup>	2.81 ± 0.15 <sup>A</sup>	2.78 ± 0.02 <sup>A</sup>
Çözünürlük (% , 25°C)	18.92 ± 1.44 <sup>D</sup>	37.33 ± 0.33 <sup>B</sup>	39.58 ± 0.31 <sup>A</sup>	30.5 ± 0.14 <sup>C</sup>

<sup>A-D</sup>Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Yağ tutma kapasitesi, tutulan yağ miktarıdır ve DL'lerin, bağırsak lümeninde katı veya sıvı yağı adsorbe ederek serum kolesterol seviyesini düşürme yeteneği ile ilgilidir. Bununla birlikte lifin yağ tutma kapasitesi, gıda işleme sırasında yağ kaybını önlemek için önemlidir ve bu da lezzet tutma için faydalıdır (de Moraes Crizel ve ark., 2013). Figuerola ve ark., (2005) yağ tutma kapasitesinin, lif partikülünün yüzey özelliklerine, toplam yük yoğunluğuna, kalınlığına ve hidrofobik doğasına bağlı olduğunu bildirmiştir. Çalışmada meyve posalarının yağ tutma kapasitesi 2.08 ile 2.84 (g/g) arasında değişmiştir. Posaların yağ tutma kapasitesinde önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Seker ve ark., (2009), elma ve kayısı posasında su tutma kapasitelerinin (g/g) sırasıyla 6.6 ve 6.7 olduğunu bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada mango, guava, ananas ve çarkıfelek meyvesi yan ürünlerinden elde edilen DL'lerin yağ tutma kapasitesinin 0.7 ile 1.6 (g/g) arasında olduğu bildirilmiştir (Martinez ve ark., 2012).



**Şekil 4.2** Kurutulmuş Meyve Posalarına Ait Fonksiyonel Özellikler

Gouw ve ark., (2017) farklı meyve posaları ile yaptıkları çalışmada elma posasında su tutma kapasitesini 9.27 g su/g KM ve şişme kapasitesinin 6.51 mL/g KM olduğunu bildirmişlerdir. Thibault ve ark., (1992) gıda bitki hücre duvarlarının fizikokimyasal özelliklerini inceledikleri çalışmada şeftali ve elmanın su tutma kapasitelerinin sırasıyla 8.1 ve 7.9 g su/g KM olduğunu bildirmişlerdir. Cui ve ark., (2019) meyve ve sebzelerin diyet liflerini araştırdıkları bir çalışmada elma posasının su tutma, yağ tutma ve şişme kapasitesinin sırasıyla 4.2 (g/g), 1.7 (g/g) ve 3.2 (mL/g), üzüm posasında 6.4 (g/g), 2.3 (g/g) ve 6.5 (mL/g) olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmanın bulguları çalışmamızdaki elma posası bulgularından daha düşük, üzüm posası bulgularından ise daha yüksek miktardadır. Bu farklılıklar, hücre duvarı materyalinin yapısı ve bileşimindeki, gözeneklilik ve parçacık boyutundaki farklılıklardan kaynaklanabilir (Lorio ve ark., 2004) ve pH, sıcaklık ve iyonik güç ve tip gibi çevresel faktörlerden etkilenebilir (Femenia ve ark., 1997).



Çözünürlük polisakkaritlerin yapısı ile ilgilidir; omurgada veya yan zincirler olarak düzenli (çözünmez) veya düzensiz (çözünür) olarak yerleştirilebilirler. COOH veya SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> gibi bir grubun varlığı çözünürlüğü artırır. Çözünürlük ayrıca sıcaklık ve iyonik kuvvetten de etkilenir (Elleuch ve ark., 2011). Meyve posalarının çözünürlüğü %18.92 ile %39.58 arasında değişmektedir. En yüksek çözünürlük şeftali posasında, en düşük ise elma posasında tespit edilmiştir. de Moraes Crizel ve ark., (2013) portakal posası ve portakal kabuğu liflerinde çözünürlüğün %28.95 ve %28.90 olduğunu bildirmişlerdir.

Bununla birlikte genel olarak meyve posalarının, özellikle de şeftali ve elma posalarının su tutma ve yağ tutma kapasiteleri gibi fonksiyonel özellikleri sayesinde, yoğurt gibi süt ürünlerine dahil edildiğinde bu ürünlerin su tutma, stabilize ve tekstüre edilmesinde katkıları olabilir.

#### 4.1.3 Meyve Posalarının Diyet Lifi Bileşimi

Meyve posalarının diyet lifi bileşimini belirlemek için kurutulan posa örneklerinden öncelikle sokslet yöntemiyle yağı uzaklaştırılmış daha sonra diyet lifi ekstraksiyon işlemine geçilmiştir. Ekstraksiyon işleminden sonra bir miktar protein ve mineral kalmış olabileceğinden tam olarak diyet lifi yerine sindirilmeyen kalan kısım belirlenmiştir diyebiliriz. Meyve posalarına ait suda çözünen ve çözünmeyen diyet lifi miktarı Çizelge 4.3'de verilmiştir.

**Çizelge 4.3** Meyve Posalarına Ait Suda Çözünen ve Çözünmeyen Diyet Lifi Miktarları

Posa Çeşiti	SÇ (% , KM)	SÇM (% , KM)	TS (% , KM)
Elma	14.98	74.37	89.35
Kayısı	16.60	52.22	68.82
Şeftali	18.71	42.74	61.45
Üzüm	6.55	74.06	80.61

SÇ: suda çözünen, SÇM: suda çözünmeyen, TS: toplam sindirilmeyen kısım

Toplam sindirilmeyen kısım en yüksek elma (%89.35) en düşük ise şeftali posasında (%61.45) tespit edilmiştir. Meyve posalarının suda çözünmeyen fraksiyonu suda çözünenlere göre daha yüksek tespit edilmiştir. Şuda çözünen fraksiyon en yüksek şeftali posasında, en düşük ise üzüm posasında tespit edilmiştir. Suda

çözünmeyen fraksiyon ise üzüm ve elma posasında en yüksek tespit edilirken en düşük ise şeftali posasında tespit edilmiştir. Her iki fraksiyonun da yüksek içeriği, meyve posası lifi tüketiminin olumlu fizyolojik etkilerle sonuçlanabileceğini gösterir. Bu, çözünür lifin kan kolesterolünün azalması ve glikozun bağırsak emilimi ile ilişkili olması ve çözünmeyen lifin bağırsak yolunun düzgün çalışmasına katkıda bulunması nedeniyle oluşabilir (Grigelmo-Miguel ve ark., 1999).

Cerda-Tapia ve ark., (2015) elma posası üzerine yaptıkları çalışmada toplam diyet lifi miktarının %70.9 olduğunu ve bunun %59.8'inin suda çözünmeyen, %11.1'nin ise suda çözünen diyet lifi olduğunu bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada elma posası toplam diyet lifinin %88.5 olduğu, bunun %69.9'unun suda çözünmeyen, %18.6'sının ise suda çözünen diyet lifi olduğunu bildirmişlerdir (Renard ve Thibault, 1991).

Üzüm posasının esas olarak selüloz, küçük oranlarda pektin ve hemiselüloz içeren zengin bir diyet lifi kaynağı olduğu bildirilmiştir (O'Shea ve ark., 2012). Llobera ve Cañellas (2007), "Manto Negro" kırmızı üzüm posasının diyet lifi içeriğini incelemişler ve toplam lifin %77.27 olduğunu; bunun içinde çözünmeyen lif (%73.5) çözünür liften (%3.77) daha büyük olduğunu tespit etmişlerdir.

Grigelmo-Miguel ve ark., (1999) şeftalinin ('Sudanell' çeşidi) diyet bileşimini araştırmış ve kurumaddede %30.7-36.1 toplam diyet lifi içerdiğini bulmuşlardır. Bunun %23.8'ini çözünmeyen lif ve %12.3'ünü ise çözünen lif içerdiğini bildirmişlerdir. Kayısı nektarı işlemenin yan ürünü olan kayısı posasının toplam diyet lifi içeriğinin %7.82 olduğu bildirilmiştir (Kang ve ark., 1999). Adil ve ark., (2007) çalışmasında şeftalinin toplam fenolik içeriğinin 84.07 mg GAE/100 g taze meyve olduğunu ve fenolik içeriğinin şeftali etine göre kabuklarında daha yüksek olduğunu göstermiştir. Larrauri (1999)'e göre, 50 g/100 g'ın üzerinde lif içeriğine sahip ürünler zengin bir diyet lifi kaynağı olarak kabul edilebilir. Değerlerdeki farklılıklar, farklı bitki kültürü ve çeşitler ile hasadın olgunlaşma aşaması ile ilgili olabilir.

Diyet liflerinin çözünür ve çözünmez oranları, büyük ölçüde kaynak materyalin kökenine göre değişmektedir. 1:1 ila 7:3 oranında çözünmeyen lif ve çözünür lif oranı iyi dengelenmiş bir lif kaynağı olarak kabul edilir (Gorinstein ve ark., 2001). Polisakkarit yapısı, çözünürlük için belirleyici faktördür ve omurga veya yan

zincirler düzenli (çözünmez) veya düzensiz (çözünür) olabilir. Ayrıca karboksil ve sülfat ekleri gibi fonksiyonel grupların varlığı, sıcaklık ve iyonik kuvvet çözünürlük özelliklerini etkileyebilmektedir (Tejeda-Ortigoza ve ark., 2016). Bu bağlamda çalışmalardaki farklılıklar yukarıda sayılan özelliklere bağlanabilir.

#### **4.1.4 Meyve Posası Diyet Liflerinin Nötral Monosakkarit ve Üronik Asit Bileşimi**

Monosakkarit kompozisyon analizi, polisakkaritlerin fizikokimyasal özelliklerinin ve yapı-aktivite ilişkisinin araştırılması için önemlidir (Cui ve ark., 2019). Monosakkaritlerin farklı tipteki glikozidik bağlarla birleşmesi sonucu farklı karbonhidrat yapısında diyet lifleri oluşturmaktadır. Kimyasal yapılarındaki farklılıklarından dolayı, diyet liflerinin kalın bağırsak düzenleyici etkileri de, diyet lifi tiplerine göre değişkenlik göstermektedir, çünkü kalın bağırsak mikroflorasında binlerce farklı mikroorganizma türü bulunmaktadır ve bu farklı türler genetik yapıları itibarıyla farklı diyet liflerini kullanabilme (fermente edebilme) yeteneğindedirler (Koropatkin ve ark., 2012). Bu bağlamda diyet liflerinin hangi tip monosakkaritlerden oluştuğunu belirlemek önem kazanmaktadır.

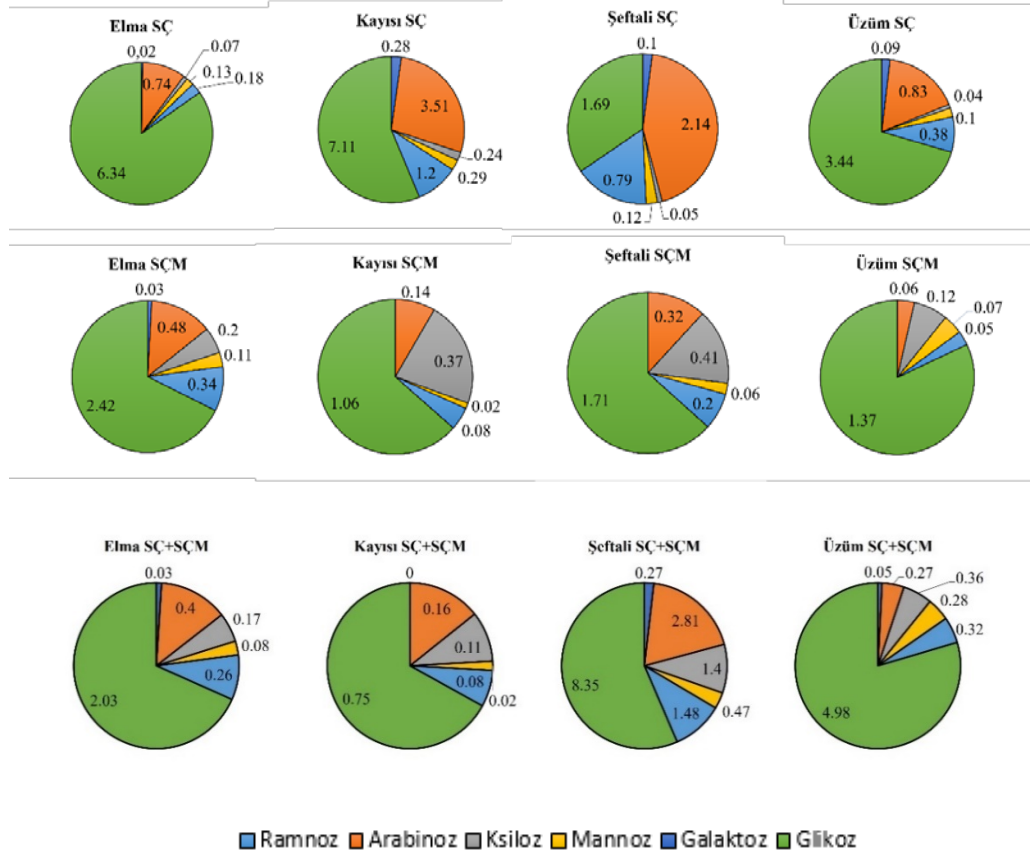
Çizelge 4.4 meyve posalarından elde edilen suda çözünen ve çözünmeyen fraksiyonlarındaki monosakkarit bileşimini ve üronik asit miktarını göstermektedir. Meyve posalarının suda çözünen (SÇ) fraksiyonlarında gözlenen ana monosakkarit glikoz olarak tespit edilmiştir, ardından arabinoz, galaktoz, mannoz, ksiloz, ve ramnoz gelmektedir. Fukoz ise hiçbir örnek çeşitinde tespit edilememiştir. Bununla birlikte SÇ'de en yüksek glikoz kayısı ve elma'da en düşük ise şeftali de tespit edilmiştir. Bitkilerde, glikoz ve ksiloz selüloz ve hemiselülozlarda bulunmaktadır (yani, ksiloglukan, heteromannan ve glukanolar). Buna bağlı olarak burada tespit edilen glikozun çoğunluğu selüloz ve hemiselülozlara atfedilmiştir. Narenciye meyvelerinde, portakal kabuğundan elde edilen SÇ lifin ana monosakkaritinin galakturonik asit (%38.3) ve glikoz, greyfurt, limon, gonggan ve ponkan kabuklarında ise en bol bulunan iki monosakkaritin galakturonik asit ve arabinoz olduğu bildirilmiştir (Wang ve ark., 2015). Başka bir çalışma ejder meyvesi kabuğu pektininin, mannoz ve ramnozun yanı sıra ağırlıklı olarak galakturonik asit (%39.1) içerdiğini göstermiştir (Muhammad ve ark., 2014).

Meyve posalarının suda çözünmeyen (SÇM) fraksiyonlarında gözlenen ana monosakkarit SÇ’de olduğu gibi glikoz olarak tespit edilmiştir, ardından arabinoz, galaktoz, mannoz, ramnoz ve ksiloz, gelmektedir. Fukoz tespit edilememiştir. Ramnoz, arabinoz, galaktoz ve üronik asit ise pektik şekerleri temsil etmektedir (De Souza ve ark., 2019). SÇ+SÇM, suda çözünen ve çözünmeyen fraksiyonların karıştırılması ile elde edilmiş ve nötral ve üronik asit miktarları tespit edilmiştir. Bu şekilde karıştırılarak karşılaştırılmasının sebebi yoğurt üretiminde kullanılan posalardaki diyet lifinin suda çözünür ve çözünmeyen formunu birarada bulunmasıdır. Bu şekilde sonuçlar incelendiğinde yine glikozun ana monosakkarit olduğu gözlemlenmiştir.

**Çizelge 4.4** Meyve Posalarından Elde Edilen Diyet Liflerinin Monosakkarit Bileşimi (100 mg örnekte)

Diyet Lifi		Elma	Kayısı	Şeftali	Üzüm
SÇ	Ramnoz	0.02 ± 0.00 <sup>B</sup>	0.28 ± 0.07 <sup>A</sup>	0.10 ± 0.02 <sup>B</sup>	0.09 ± 0.02 <sup>B</sup>
	Arabinoz	0.74 ± 0.02 <sup>C</sup>	3.51 ± 0.01 <sup>A</sup>	2.14 ± 0.63 <sup>AB</sup>	0.83 ± 0.23 <sup>BC</sup>
	Ksiloz	0.07 ± 0.02 <sup>A</sup>	0.24 ± 0.03 <sup>A</sup>	0.05 ± 0.09 <sup>A</sup>	0.04 ± 0.09 <sup>A</sup>
	Mannoz	0.13 ± 0.03 <sup>B</sup>	0.29 ± 0.03 <sup>A</sup>	0.12 ± 0.03 <sup>B</sup>	0.10 ± 0.01 <sup>B</sup>
	Galaktoz	0.18 ± 0.01 <sup>C</sup>	1.20 ± 0.07 <sup>A</sup>	0.79 ± 0.05 <sup>B</sup>	0.38 ± 0.14 <sup>C</sup>
	Glikoz	6.34 ± 0.03 <sup>AB</sup>	7.11 ± 0.35 <sup>A</sup>	1.69 ± 0.10 <sup>C</sup>	3.44 ± 0.83 <sup>BC</sup>
	ÜA (GalA+GlcA)	15.46 ± 2.28 <sup>A</sup>	9.12 ± 3.94 <sup>B</sup>	14.12 ± 1.49 <sup>A</sup>	10.34 ± 0.54 <sup>B</sup>
SÇM	Ramnoz	0.03 ± 0.01	-	-	-
	Arabinoz	0.48 ± 0.18 <sup>A</sup>	0.14 ± 0.04 <sup>A</sup>	0.32 ± 0.21 <sup>A</sup>	0.06 ± 0.09 <sup>A</sup>
	Ksiloz	0.20 ± 0.10 <sup>AB</sup>	0.37 ± 0.12 <sup>AB</sup>	0.41 ± 0.05 <sup>A</sup>	0.12 ± 0.01 <sup>B</sup>
	Mannoz	0.11 ± 0.05 <sup>A</sup>	0.02 ± 0.03 <sup>A</sup>	0.06 ± 0.03 <sup>A</sup>	0.07 ± 0.11 <sup>A</sup>
	Galaktoz	0.34 ± 0.13 <sup>A</sup>	0.08 ± 0.05 <sup>A</sup>	0.20 ± 0.12 <sup>A</sup>	0.05 ± 0.09 <sup>A</sup>
	Glikoz	2.42 ± 0.97 <sup>A</sup>	1.06 ± 0.16 <sup>A</sup>	1.71 ± 0.76 <sup>A</sup>	1.37 ± 1.52 <sup>A</sup>
	ÜA (GalA+GlcA)	5.97 ± 1.99 <sup>AB</sup>	7.54 ± 0.93 <sup>A</sup>	4.01 ± 1.77 <sup>BC</sup>	3.91 ± 0.95 <sup>C</sup>
SÇ+SÇM	Ramnoz	0.03 ± 0.01 <sup>B</sup>	-	0.27 ± 0.00 <sup>A</sup>	0.05 ± 0.04 <sup>B</sup>
	Arabinoz	0.40 ± 0.03 <sup>B</sup>	0.16 ± 0.08 <sup>B</sup>	2.81 ± 0.33 <sup>A</sup>	0.27 ± 0.15 <sup>B</sup>
	Ksiloz	0.17 ± 0.02 <sup>B</sup>	0.11 ± 0.05 <sup>B</sup>	1.40 ± 0.18 <sup>A</sup>	0.36 ± 0.00 <sup>B</sup>
	Mannoz	0.08 ± 0.01 <sup>AB</sup>	0.02 ± 0.02 <sup>B</sup>	0.47 ± 0.02 <sup>A</sup>	0.28 ± 0.22 <sup>AB</sup>
	Galaktoz	0.26 ± 0.00 <sup>B</sup>	0.08 ± 0.05 <sup>B</sup>	1.48 ± 0.09 <sup>A</sup>	0.32 ± 0.20 <sup>B</sup>
	Glikoz	2.03 ± 0.12 <sup>B</sup>	0.75 ± 0.33 <sup>B</sup>	8.35 ± 0.22 <sup>A</sup>	4.98 ± 3.05 <sup>AB</sup>
	ÜA (GalA+GlcA)	10.34 ± 0.7 <sup>A</sup>	8.15 ± 0.28 <sup>AB</sup>	8.27 ± 1.32 <sup>AB</sup>	5.68 ± 0.40 <sup>B</sup>

<sup>A-C</sup>Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. SÇ: suda çözünen, SÇM: suda çözünmeyen, SÇ+SÇM: suda çözünen ve çözünmeyen karışımı, ÜA: üronik asit, GalA: Galakturonik asit, GlcA: Glukuronik asit.



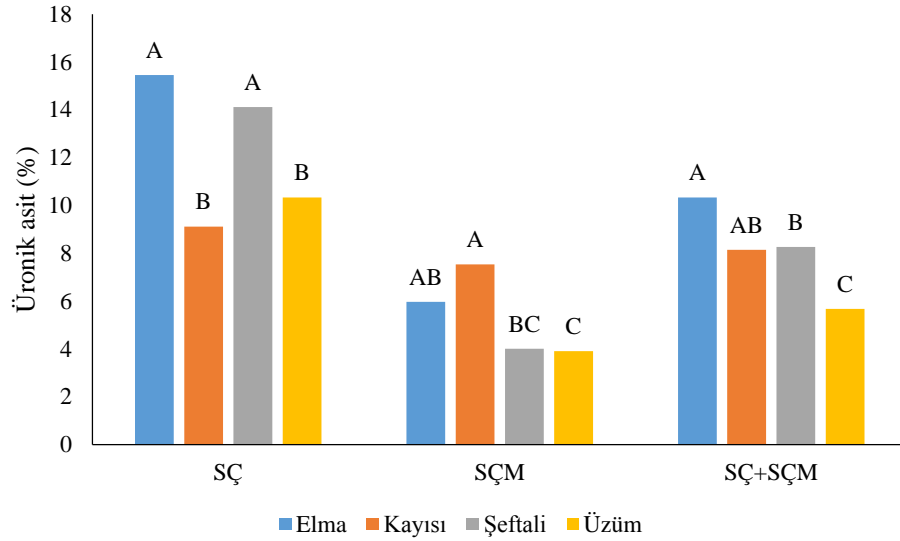
**Şekil 4.3** Meyve Posalarından Elde Edilen Diyet Liflerinin Monosakkarit Bileşimi (100 mg örnekte)

Çizelge 4.4’de nötral şeker (NS) miktarları incelendiğinde en yüksek NS’e kayısı posasının sahip olduğu görülmüş ve bunu elma, şeftali ve üzüm posası takip etmiştir. Deng ve ark., (2011) beş farklı üzüm çeşitlerinde yaptıkları çalışmada NS arasında, beş üzüm posası çeşidinin tamamı için glüköz en yüksek miktar, arabinoz ise en düşük miktar olarak bildirmişlerdir. Selüloz, büyük miktarda glüköz alt birimleri tarafından yapılandırıldığından, SÇM’de bulunan önemli miktarda glüköz, selülozun posalardaki SÇM’nin ana bileşeni olduğunu göstermiştir. Bu bulgu Deng ve ark., (2011)’nin yaptıkları çalışma ile örtüşmektedir.

Monosakaritler bileşenin polisakaritlerin biyoaktivitelerine katkıda bulunduğu daha önce bildirilmişti. Üronik asitler açısından zengin polisakaritler yüksek biyolojik etkiler sergiliyor gibi görünmektedir, çünkü üronik asit kalıntıları polisakaritlerin özelliklerini değiştirebilir ve bunların çözünürlüklerini değiştirebilir, bu da monosakarit çeşitlerinin veya içeriklerinin biyolojik etkilere katkıda bulunmasının muhtemel olduğunu düşündürür.

Üronik asitler spektrofotometrik olarak Galakturonik asit ve Glukuronik asit toplamı şeklinde belirlenmiştir. Çizelge 4.4 incelendiğinde ÜA'nın SÇ fraksiyonunda SÇM'ye kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bununla birlikte SÇ'de elma ve şeftalide, kayısı ve üzümde kıyasla daha yüksek oranda üronik asit tespit edilmiştir. SÇM'de ise elma ve kayısıda şeftali ve üzümde daha yüksek oranda üronik asit içerdiği gözlemlenmiştir (Şekil 4.4). SÇ+SÇM'de üronik asit miktarı ise en çok elma da daha sonra kayısıda tespit edilmiştir. En düşük üronik asit miktarının üzüm posasında olduğu görülmektedir (Çizelge 4.4). Dou ve ark., (2015) elma polisakkaritlerinde toplam glukuronik asit ve galakturonik asit bileşiminin mol yüzdesi içeriğinin %2.51 ile %7.47 arasında olduğunu bildirmiştir.

Pektin, elma posasında kuru maddede yaklaşık %10-15'i oluşturduğu belirtilmiştir (Wang ve ark., 2007). Üronik asidin (ÜA) SÇM fraksiyonunda olması pektik polisakkaritlerin büyük bir kısmının hücre duvarı malzemelerinden oluştuğunu göstermektedir.



**Şekil 4.4** Meyve Posalarından Elde Edilen Diyet Liflerinin Üronik Asit Bileşimi (%)

#### 4.1.5 Meyve Posası Diyet Liflerinin Kolonik *In-vitro* Fekal Fermentasyon Süresince pH Değişimi

Meyve posası diyet liflerinin in vitro fermentasyonu süresince pH değişimi Çizelge 4.5’de gösterilmektedir. Çizelge incelendiğinde tüm örnekler ve laktuloz için ilk 6 saat boyunca pH’da bir düşüş gözlenmekle birlikte en yüksek pH düşüşü laktuloz için tespit edilmiştir (Şekil 4.5).

Başlangıçta 7.27 olan pH ilk 6 saatin sonunda laktuloz için 5.79’a düşmüştür, meyve posası diyet lifleri için ise pH başlangıçta 7.27 iken 6 saatin sonunda pH’daki düşüş 6.66-7.01 arasında değişmiştir. Bu düşüşün ardından, pH değerleri fermentasyonun sonuna kadar ılımlı bir şekilde artmıştır. Meyve posası diyet liflerinin laktuloza kıyasla pH’daki değişikliğin daha az olmasının sebebi, muhtemelen meyve posası diyet liflerinin sınırlı fermente edilebilirliğine bağlanmıştır.

**Çizelge 4.5** Meyve Posası Diyet Liflerinin Kolonik *In-vitro* Fekal Fermentasyon Süresince pH Değişimi

		0.sa	6.sa	12.sa	24.sa
SÇ	Negatif	7.27 ± 0.03 <sup>a</sup>	7.27 ± 0.21 <sup>Aa</sup>	7.04 ± 0.04 <sup>Aa</sup>	7.01 ± 0.19 <sup>Aa</sup>
	Laktuloz		5.79 ± 0.03 <sup>Cb</sup>	6.30 ± 0.23 <sup>Bab</sup>	6.38 ± 0.21 <sup>Ba</sup>
	Elma		6.66 ± 0.08 <sup>Ba</sup>	6.70 ± 0.08 <sup>ABa</sup>	6.66 ± 0.06 <sup>ABa</sup>
	Kayısı		7.01 ± 0.21 <sup>ABa</sup>	6.81 ± 0.06 <sup>Ba</sup>	6.75 ± 0.00 <sup>ABa</sup>
	Şeftali		6.88 ± 0.01 <sup>ABa</sup>	6.81 ± 0.00 <sup>Ba</sup>	6.84 ± 0.08 <sup>ABa</sup>
	Üzüm		6.74 ± 0.01 <sup>Ba</sup>	6.78 ± 0.01 <sup>Ba</sup>	6.87 ± 0.20 <sup>ABa</sup>
SÇM	Negatif	7.27 ± 0.03 <sup>a</sup>	7.27 ± 0.21 <sup>Aa</sup>	7.04 ± 0.04 <sup>Aa</sup>	7.01 ± 0.19 <sup>Aa</sup>
	Laktuloz		5.79 ± 0.03 <sup>Cb</sup>	6.30 ± 0.23 <sup>Cab</sup>	6.38 ± 0.21 <sup>Ba</sup>
	Elma		6.73 ± 0.01 <sup>Ba</sup>	6.74 ± 0.01 <sup>Ba</sup>	6.69 ± 0.00 <sup>ABb</sup>
	Kayısı		6.77 ± 0.01 <sup>Ba</sup>	6.84 ± 0.02 <sup>ABa</sup>	6.90 ± 0.07 <sup>ABa</sup>
	Şeftali		6.86 ± 0.11 <sup>Ba</sup>	6.91 ± 0.12 <sup>ABa</sup>	6.93 ± 0.08 <sup>Aa</sup>
	Üzüm		6.84 ± 0.07 <sup>Ba</sup>	6.80 ± 0.01 <sup>ABa</sup>	6.86 ± 0.11 <sup>ABa</sup>
SÇ+SÇM	Negatif	7.27 ± 0.03 <sup>a</sup>	7.27 ± 0.21 <sup>Aa</sup>	7.04 ± 0.04 <sup>Aa</sup>	7.01 ± 0.19 <sup>Aa</sup>
	Laktuloz		5.79 ± 0.03 <sup>Cb</sup>	6.30 ± 0.23 <sup>Cab</sup>	6.38 ± 0.21 <sup>Ba</sup>
	Elma		6.67 ± 0.03 <sup>Bab</sup>	6.71 ± 0.02 <sup>Ba</sup>	6.62 ± 0.00 <sup>ABb</sup>
	Kayısı		6.86 ± 0.05 <sup>Ba</sup>	6.90 ± 0.14 <sup>ABa</sup>	6.97 ± 0.23 <sup>Aa</sup>
	Şeftali		6.83 ± 0.03 <sup>Ba</sup>	6.85 ± 0.12 <sup>ABa</sup>	6.97 ± 0.23 <sup>Aa</sup>
	Üzüm		6.85 ± 0.05 <sup>Ba</sup>	6.82 ± 0.00 <sup>ABa</sup>	6.79 ± 0.01 <sup>ABa</sup>

<sup>A-C</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. <sup>a-b</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. SÇ: suda çözünen diyet lifi, SÇM: suda çözünmeyen diyet lifi, SÇ+SÇM: suda çözünen ve çözünmeyen diyet liflerinin karışımı. Laktuloz, hızlı fermente olan bir karşılaştırıcı olarak kullanılmıştır. Negatif, herhangi bir substrat içermemektedir.

Yulaf unu, yulaf kepeği ve  $\beta$ -glukanın *in-vitro* fermentasyonu için benzer eğilimler rapor edilmiştir (Wood ve ark., 2002; Sayar ve ark., 2007; Caliskanturk Karatas ve ark., 2017). Bu çalışmalarda pH'nın  $\beta$ -glukan için 6.8'den 6.4'e ve yulaf kepeği için ise 6.7'den 6.2'ye düştüğünü ve pH düşüşleri arasındaki farkların, kullanılan fekal inokulanın yapısındaki farklılıklara bağlanabileceği bildirilmiştir. Fermentasyonun 6 saatinden sonra pH'daki hafif artış, amonyak gibi alkalın metabolitlerin oluşumu ile açıklanabilir. Ayrıca fermentasyon analizinde inokülasyon da kullanılan BHI besiyerinin içeriğindeki disodyum hidrojen fosfatın pH'nın düşmesini engelleyen tampon görevi gördüğü düşünülmektedir. Fermentasyon sırasında pH'daki düşüş, SCFA oluşumu ile ilişkilendirilmiştir. Kolonda daha düşük pH, sağlık açısından yararları nedeniyle genellikle tercih edilmektedir (Caliskanturk Karatas ve ark., 2017).



**Şekil 4.5** Meyve Posası Diyet Liflerinin Kolonik *In-vitro* Fermentasyon Süresince 6. Saatteki pH Değişimi

#### 4.1.6 *In-vitro* Fekal Fermentasyon Süresince Meyve Posası Diyet Liflerinden Kolonik Mikrobiyal Metabolitlerin (SCFA ve BCFA) Üretimi

Diyet lifinin etki mekanizmaları, lif tipine bağlıdır. Çözünmeyen liflerin kanserojenler ve mutajenler de dahil olmak üzere çeşitli toksik kimyasallarla bağlanma yeteneği, bu zararlı maddelerin dışkı yoluyla yok edilmesini sağlar. Çözünür liflerin temel yararlı özelliği, alt kolondaki probiyotik bakterilerin yardımıyla fermentasyon yoluyla büyük miktarlarda kısa zincirli yağ asitleri üretme yetenekleridir (Prasad ve



Bondy, 2019). SCFA'lar, yani asetat, bütirat ve propiyonat, diyet lifi fermantasyonu sonucunda kolonik mikrobiyota tarafından üretilen ana metabolitlerdir. İnsanda, asetat, propiyonat ve butirat, kolonun tüm bölgelerinde toplam SCFA'nın yaklaşık %85-95'ini oluşturur. Kolonun pH'ını düşürerek patojenik bakterilerin büyümesini engelledikleri için konak sağlığı için fizyolojik olarak önemlidirler (Slavin, 2013). Bütirat, bağırsaktan hızla emilen 4 karbonlu bir yağ asididir. Propiyonat bağırsaktan emildikten sonra kolesterol sentezini inhibe eder ve esas olarak karaciğerde birikir (Wong ve ark., 2006). Asetat, en bol bulunan SCFA olarak karaciğer tarafından kolayca emilir ve kolesterol sentezi için birincil substrattır (Cui ve ark., 2019).

Meyve posalarından elde edilen diyet lifi fraksiyonlarının SCFA (asetat, bütirat, propiyonat) üretimi Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6-4.7-4.8'de gösterilmektedir. Mikrobiyal fermentasyon süresince tüm diyet lifleri için asetat, bütirat ve propiyonat miktarlarında aşamalı olarak önemli artışlar gözlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Çeşitli popülasyon araştırma verileri, fekal SCFA üretiminin sırasıyla yaklaşık 60:20:20 molar oranında asetat>propionat>bütirat düzeninde olduğunu göstermektedir (Cummings ve ark., 1979). Diyet değişiklikleriyle üretim ve emilimde değişiklikler meydana gelebilse de, oranın sabit kaldığı düşünülmektedir. Çalışmamızda benzer şekilde SCFA üretimi asetat>propionat>bütirat düzeninde olmakla birlikte molar konsantrasyon yaklaşık olarak sırasıyla 65:20:15 civarındadır.

Fermentasyonun 6. saati sonunda laktulozdan sonra SÇ'de üzüm ve elma, kayısı ve şeftali'ye kıyasla daha yüksek asetat üretmiş, negatif ise en düşük asetat miktarına sahip olmuştur. Fermentasyon süresince asetat üretimi açısından en büyük değişiklik 6 ve 12. saatlerde tespit edilmiştir. Fermentasyon sonunda ise SÇ'de en yüksek asetat kayısı da tespit edilmiştir. Suda çözünmeyen (SÇM) kısımda benzer şekilde ilk 6. saatin sonunda asetat üretimi açısından belirgin farklılıklar görülmüş, laktulozdan sonra elma en yüksek asetat miktarına sahip olmuştur. Diyet liflerinin SÇ+SÇM (suda çözünen+suda çözünmeyen diyet lifi) fraksiyonları karıştırılarak fermantasyona tabi tutulmuş ve bunun sonucunda da yine laktulozdan sonra elma posası diyet lifleri en yüksek asetat miktarına sahip olduğu görülmüştür. Fermentasyon sonunda da benzer şekilde elma posası diyet lifleri en yüksek laktulozdan sonra en yüksek asetat miktarına sahip olmuştur.

Bütirat, kolon epiteli için büyük bir enerji kaynağı olduğu ve hücre büyümesini ve farklılaşmasını düzenlediği için en önemli SCFA olarak kabul edilir (Beards ve ark., 2010). Çizelge 4.6’da incelendiğinde fermentasyon süresince bütirat miktarlarının tüm diyet liflerinde önemli derecede artış gösterdiği görülmektedir ( $p<0.001$ ). Fermentasyonun 6. saati sonunda laktulozdan sonra en yüksek bütirat üretimi elma posasının hem SÇ hemde SÇM diyet liflerinde görülmektedir. SÇ’de en düşük bütirat üretimi negatiften sonra kayısı ve şeftalide, SÇM’de ise negatiften sonra en düşük üzümde tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Fermentasyon sonunda yine elma posası diyet lifleri (SÇ, SÇM, SÇ+SÇM) laktulozdan sonra en yüksek bütirat ürettiği belirlenmiştir. On beş gün boyunca çarkıfelek meyvesi kabuğu ile zenginleştirilmiş standart diyet alan farelerle yapılan bir çalışma, standart diyet alan kontrol grubuna kıyasla fekal asetat ve bütiratta bir artış olduğunu ortaya koymuştur (da Silva ve ark., 2014).

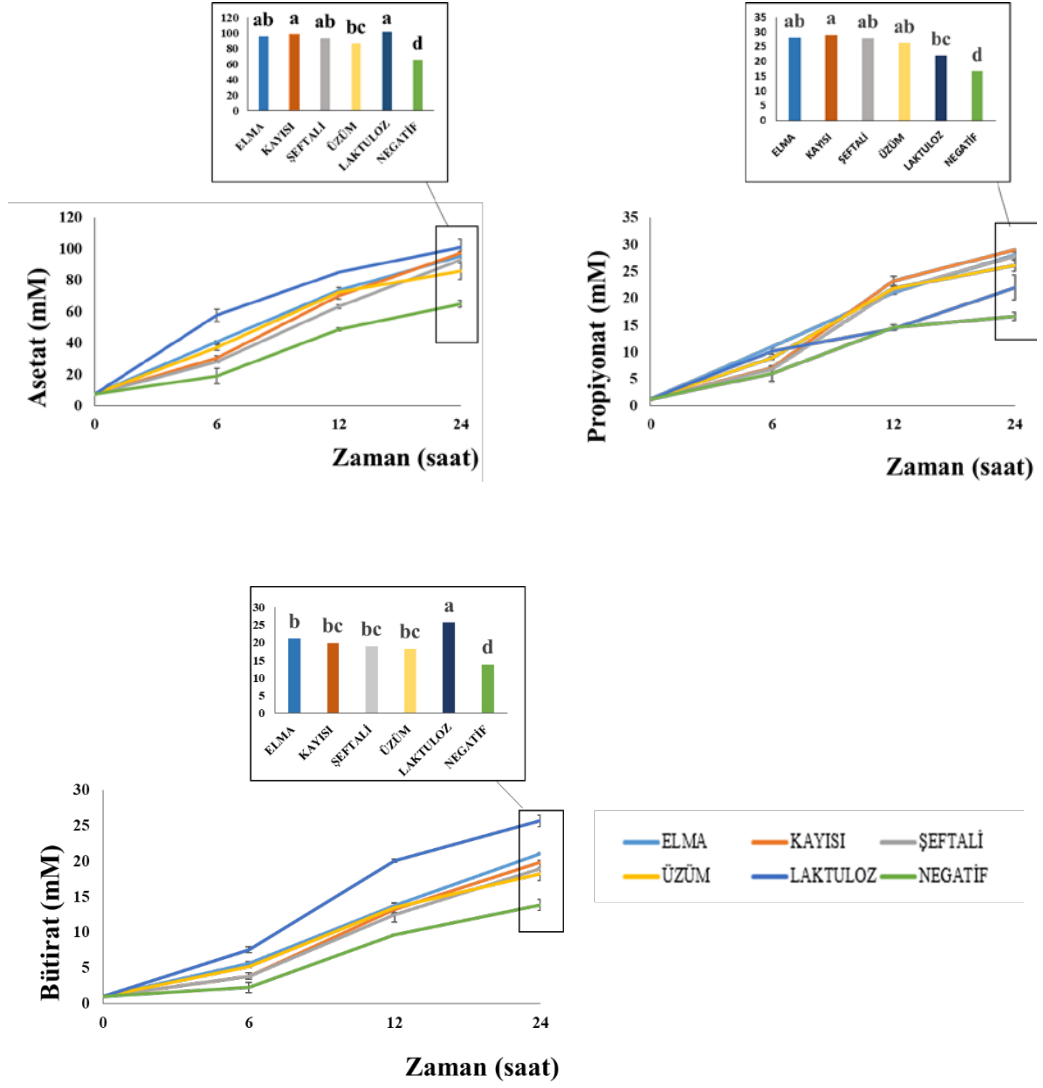
Fermentasyonun 6. saati sonunda SÇ’de en yüksek propiyonat miktarı laktuloz ve elma diyet liflerinde ölçülmüş, kayısı, şeftali ve üzüm daha düşük olmakla beraber benzer miktarda propiyonat ürettiği belirlenmiştir. Fermentasyonun sonunda en düşük propiyonat, negatif de ölçülmüş, diyet lifi çeşitleri arasında ise propiyonat miktarı açısından önemli farklılıklar görülmemiştir ( $p>0.05$ ). SÇM ve SÇ+SÇM ise fermentasyon sonunda elma ve kayısı posası liflerinde laktulozdan daha yüksek propiyonat miktarı tespit edilmiş ancak SÇ+SÇM’de değerler arasında önemli bir istatistiksel fark görülmemiştir ( $p>0.05$ ). Bununla birlikte farklı yöntemlerle ve farklı kaynaklardan elde edilen diyet liflerinin, kimyasal bileşimlerine ve fizikokimyasal özelliklerine ve gıdanın maruz kaldığı işleme bağlı olarak gastrointestinal sistemden geçişleri sırasında farklı davrandığı yaygın olarak bilinmektedir (Figuerola ve ark., 2005).

BCFA (dallı zincirli yağ asitleri), protein fermentasyonunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Fermentasyonun diğer asidik ürünleri, amino asit fermentasyonunun ürünleri olan dallı zincirli yağ asitleri, izobütirat, 2- metilbütirat ve izovalerat, elektron yutucu ürünler laktat ve süksinat da dahil olmak üzere diğer organik asitler daha az derecede birikir. Ayrıca amino asitlerin katabolizması sırasında üretilen fermentasyon ürünleri fenoller, indoller, aminler ve amonyak içerir (Cummings ve Macfarlane, 1991). Meyve posalarından elde edilen diyet liflerine ait BCFA (iso-bütirat ve iso-valerat) üretimi Çizelge 4.7’de sunulmuştur.

Fermentasyonun 6. saati sonunda iso-bütirat ve iso-valerat miktarı SÇ'de, en yüksek üzüm'de en düşük ise laktuloz'da ölçülmüş, fermentasyonun sonunda ise en düşük yine laktuloz olmakla birlikte diyet lifi çeşitlerinde önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. SÇM ve SÇ+SÇM'de ise 6. saatin sonunda en yüksek BCFA şeftali'de en düşük ise yine laktuloz'da ölçülmüş, fermentasyon sonunda ise diyet lifi çeşitlerinde BCFA miktarı açısından farklılık görülmemiştir ( $p>0.05$ ). Yang ve ark., (2013) çeşitli diyet liflerinin (pektin, guar gum, inulin, arabinoksilan,  $\beta$ -glukan, ve dirençli nişasta) *in-vitro* karakterizasyonunu inceledikleri bir çalışmada bizim çalışmamıza benzer biçimde, substratlar arasında BCFA açısından önemli bir fark olmadığını bildirmişlerdir. De Souza ve ark., (2019) çalışmasındaki çarkıfelek meyvesi kabuklarının en yüksek miktarda protein içeriğine sahip olmamasına rağmen, üretilen en yüksek BCFA miktarıyla sonuçlandığını bildirmiştir. Aynı çalışma bu durumu muhtemelen meyve kabuklarının proteinlerini oluşturan amino asit türlerini yansıttığını ve peptitlerin ve amino asitlerin fermentasyonunun sadece SCFA'yı değil, aynı zamanda BCFA'yı ve amonyak gibi olumsuz sağlık etkileri olan diğer potansiyel olarak toksik maddeleri de ürettiğine bağlamıştır. Elma lifi ve şeker pancarı pektini üzerine başka bir çalışma sırasıyla 4.5 mmol ve 4.1 mmol yüksek bir BCFA üretimi olduğunu göstermiştir (Aguirre ve ark., 2014). Burada bulunan sonuçlar, mikrobiyal metabolizmanın kolona ulaşan substrat türünden büyük ölçüde etkilendiği gerçeğini pekiştirmektedir. Bağırsak mikrobiyotası, daha sağlıklı bir profil ve konakçıya fayda sağlayacak metabolizmaya ulaşmak amacıyla çeşitli lif türleri tarafından manipüle edilebilir (De Souza ve ark., 2019).

SCFA'lar karbonhidrat fermentasyonunun bir sonucu olarak üretildiğinden ve BCFA'lar istenmeyen protein fermentasyonunun iyi bir belirtecini temsil ettiğinden, BCFA ve SCFA miktarları, bağırsak mikrobiyotasının karbonhidrat fermentasyonu veya protein fermentasyonuna yönelik eğiliminin bir göstergesi olarak işlev görmektedir (Yang ve ark., 2013).

Fermente edilebilirlik, kalın bağırsakta DL'lerin SCFA'lara mikrobiyal bozunmasıdır. Suda çözünen diyet lifleri (pektin gibi) bağırsak bakterileri tarafından kolayca fermente edilirken, suda çözünmeyen diyet lif (selüloz gibi) edilmez. Oldukça dallanmış bir kompleks molekül olarak pektin, kolonik bakteriler tarafından üretilen çoklu glikozidazlar tarafından fermente edilir (Ndeh ve ark., 2017).



**Şekil 4.6** Kolonik *In-vitro* Fekal Fermentasyon Süresince Meyve Posası Suda Çözünen Diyet Liflerinden SCFA Üretimi. Bar grafikleri 24. saatteki SCFA konsantrasyonlarını göstermektedir.

**Çizelge 4.6** Kolonik *İn-vitro* Fekal Fermentasyon Süresince Meyve Posası Diyet Liflerinin SCFA Üretimi (mM)

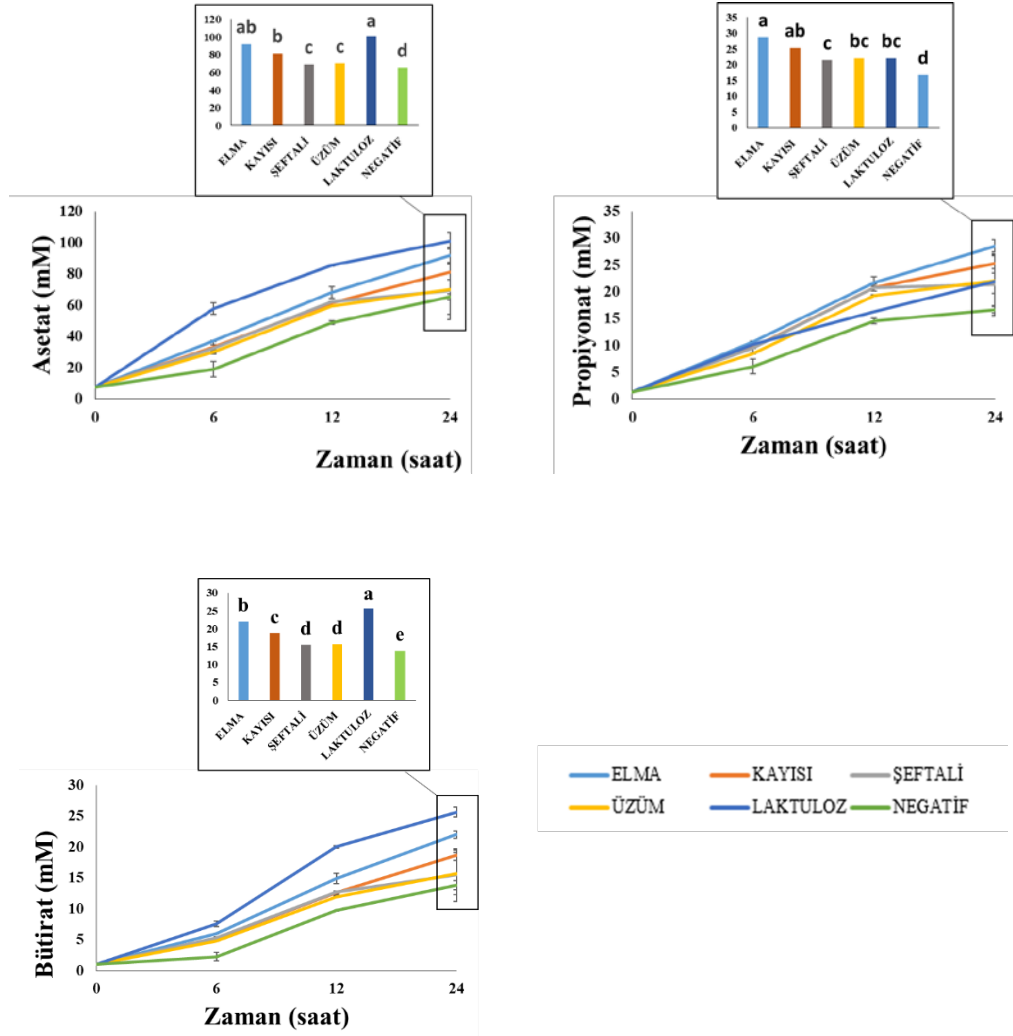
		ASETAT (mM)			
		0	6	12	24
SÇ	Elma		40.82 ± 0.68 <sup>Cb</sup>	73.68 ± 1.85 <sup>Bb</sup>	95.64 ± 0.80 <sup>Aab</sup>
	Kayısı		30.55 ± 1.41 <sup>Cc</sup>	70.09 ± 1.87 <sup>Bb</sup>	97.55 ± 0.82 <sup>Aa</sup>
	Şeftali		28.39 ± 0.70 <sup>Cc</sup>	63.39 ± 1.08 <sup>Bc</sup>	93.25 ± 2.28 <sup>Aab</sup>
	Üzüm		37.32 ± 1.85 <sup>Cb</sup>	72.43 ± 0.09 <sup>Bb</sup>	85.99 ± 5.19 <sup>Abc</sup>
	Laktuloz		57.86 ± 3.91 <sup>Ca</sup>	85.48 ± 0.09 <sup>Ba</sup>	101.22 ± 5.08 <sup>Aa</sup>
	Negatif	7.72 ± 0.05 <sup>D</sup>	19.12 ± 5.09 <sup>Cd</sup>	48.90 ± 1.08 <sup>Bd</sup>	65.22 ± 2.11 <sup>Ad</sup>
SÇM	Elma		37.12 ± 0.38 <sup>Cb</sup>	68.12 ± 3.64 <sup>Bb</sup>	91.93 ± 4.81 <sup>Aab</sup>
	Kayısı		33.19 ± 1.71 <sup>Cc</sup>	61.56 ± 0.40 <sup>Bc</sup>	81.44 ± 5.18 <sup>Ab</sup>
	Şeftali		32.64 ± 3.95 <sup>Cc</sup>	62.08 ± 0.52 <sup>ABc</sup>	69.20 ± 18.25 <sup>Ac</sup>
	Üzüm		30.02 ± 0.86 <sup>Bcd</sup>	59.63 ± 0.53 <sup>ABcd</sup>	70.08 ± 16.09 <sup>Ac</sup>
	Laktuloz		57.86 ± 3.91 <sup>Ca</sup>	85.48 ± 0.09 <sup>Ba</sup>	101.22 ± 5.08 <sup>Aa</sup>
	Negatif	7.72 ± 0.05 <sup>D</sup>	19.12 ± 5.09 <sup>Ce</sup>	48.90 ± 1.08 <sup>Be</sup>	65.22 ± 2.11 <sup>Ad</sup>
SÇ+SÇM	Elma		34.98 ± 2.03 <sup>Cb</sup>	72.94 ± 0.70 <sup>Bb</sup>	83.66 ± 4.49 <sup>Ab</sup>
	Kayısı		30.93 ± 0.03 <sup>Cbc</sup>	66.83 ± 1.34 <sup>Bcd</sup>	81.26 ± 4.75 <sup>Abc</sup>
	Şeftali		28.84 ± 0.03 <sup>Cbc</sup>	69.06 ± 0.06 <sup>Bbc</sup>	79.29 ± 0.29 <sup>Abc</sup>
	Üzüm		22.84 ± 9.13 <sup>Cc</sup>	64.42 ± 3.80 <sup>Bd</sup>	76.85 ± 1.00 <sup>Abc</sup>
	Laktuloz		57.86 ± 3.91 <sup>Ca</sup>	85.48 ± 0.09 <sup>Ba</sup>	101.22 ± 5.08 <sup>Aa</sup>
	Negatif	7.72 ± 0.05 <sup>D</sup>	19.12 ± 5.09 <sup>Cd</sup>	48.90 ± 1.08 <sup>Be</sup>	65.22 ± 2.11 <sup>Ad</sup>
		BÜTİRAT (mM)			
		0	6	12	24
SÇ	Elma		5.71 ± 0.15 <sup>Cb</sup>	13.81 ± 0.31 <sup>Bb</sup>	21.09 ± 0.09 <sup>Ab</sup>
	Kayısı		3.88 ± 0.43 <sup>Cc</sup>	13.22 ± 0.61 <sup>Bbc</sup>	19.9 ± 0.16 <sup>Abc</sup>
	Şeftali		3.81 ± 0.01 <sup>Cc</sup>	12.46 ± 0.98 <sup>Bc</sup>	18.92 ± 0.91 <sup>Abc</sup>
	Üzüm		5.25 ± 0.13 <sup>Cb</sup>	13.47 ± 0.67 <sup>Bb</sup>	18.22 ± 0.91 <sup>Abc</sup>
	Laktuloz		7.56 ± 0.43 <sup>Ca</sup>	20.05 ± 0.19 <sup>Ba</sup>	25.66 ± 0.83 <sup>Aa</sup>
	Negatif	1.04 ± 0 <sup>D</sup>	2.27 ± 0.7 <sup>Cd</sup>	9.72 ± 0.03 <sup>Bd</sup>	13.84 ± 0.76 <sup>Ad</sup>
SÇM	Elma		5.98 ± 0.04 <sup>Cb</sup>	14.89 ± 0.85 <sup>Bb</sup>	22.01 ± 0.6 <sup>Ab</sup>
	Kayısı		5.17 ± 0.2 <sup>Cc</sup>	12.6 ± 0.28 <sup>Bc</sup>	18.68 ± 0.84 <sup>Ac</sup>
	Şeftali		5.28 ± 0.2 <sup>Ccd</sup>	12.7 ± 0.22 <sup>Bc</sup>	15.49 ± 4.25 <sup>Ad</sup>
	Üzüm		4.82 ± 0.1 <sup>Cd</sup>	11.98 ± 0.09 <sup>Bc</sup>	15.68 ± 3.42 <sup>Ad</sup>
	Laktuloz		7.56 ± 0.43 <sup>Ca</sup>	20.05 ± 0.19 <sup>Ba</sup>	25.66 ± 0.83 <sup>Aa</sup>
	Negatif	1.04 ± 0 <sup>D</sup>	2.27 ± 0.7 <sup>Ce</sup>	9.72 ± 0.03 <sup>Bd</sup>	13.84 ± 0.76 <sup>Ae</sup>
SÇ+SÇM	Elma		5.61 ± 0.27 <sup>Cb</sup>	14.36 ± 0.09 <sup>Bb</sup>	19.65 ± 1.18 <sup>Ab</sup>
	Kayısı		4.26 ± 0.03 <sup>Cbc</sup>	12.47 ± 0.13 <sup>Bc</sup>	17.67 ± 0.9 <sup>Abc</sup>
	Şeftali		4.15 ± 0.07 <sup>Cbc</sup>	12.91 ± 0.32 <sup>Bc</sup>	16.95 ± 0.13 <sup>Ac</sup>
	Üzüm		3.48 ± 1.45 <sup>Cc</sup>	12.97 ± 0.12 <sup>Bc</sup>	16.33 ± 0.01 <sup>Ac</sup>
	Laktuloz		7.56 ± 0.43 <sup>Ca</sup>	20.05 ± 0.19 <sup>Ba</sup>	25.66 ± 0.83 <sup>Aa</sup>
	Negatif	1.04 ± 0 <sup>D</sup>	2.27 ± 0.7 <sup>Cd</sup>	9.72 ± 0.03 <sup>Bd</sup>	13.84 ± 0.76 <sup>Ad</sup>

**Çizelge 4.6** Kolonik *İn-vitro* Fermentasyon Süresince Meyve Posası Diyet Liflerinin SCFA Üretimi (devamı)

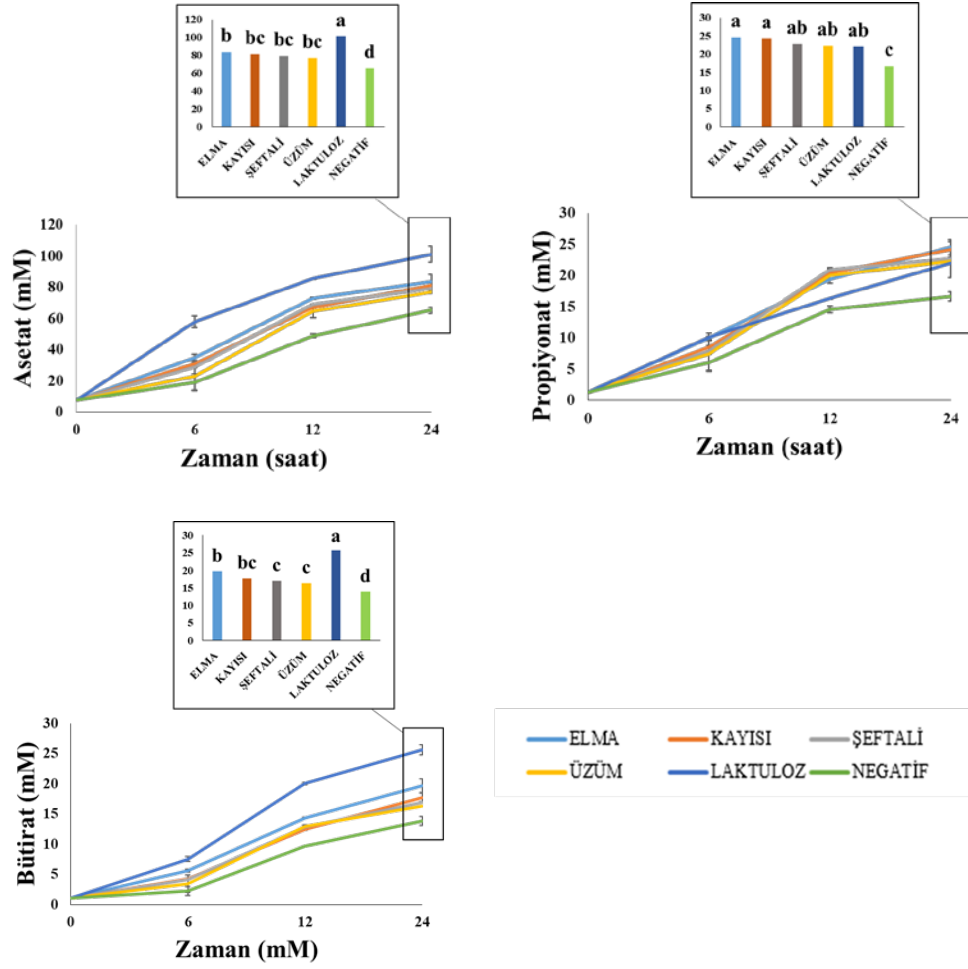
		PROPIYONAT (mM)			
		0	6	12	24
SÇ	Elma		11.03 ± 0.18 <sup>Ca</sup>	21.06 ± 0.09 <sup>Bb</sup>	28.08 ± 0.21 <sup>Aab</sup>
	Kayısı		7.13 ± 0.38 <sup>Cc</sup>	23.30 ± 0.87 <sup>Ba</sup>	29.06 ± 0.04 <sup>Aa</sup>
	Şeftali		6.88 ± 0.03 <sup>Cc</sup>	21.49 ± 0.72 <sup>Bb</sup>	27.85 ± 0.76 <sup>Aab</sup>
	Üzüm		8.88 ± 0.24 <sup>Cbc</sup>	21.89 ± 0.22 <sup>Bb</sup>	26.19 ± 1.09 <sup>Aab</sup>
	Laktuloz		10.18 ± 0.61 <sup>Cab</sup>	14.35 ± 0.02 <sup>Bc</sup>	21.99 ± 2.31 <sup>Abc</sup>
	Negatif	1.28 ± 0.02 <sup>D</sup>	6.04 ± 1.38 <sup>Cc</sup>	14.56 ± 0.54 <sup>Bc</sup>	16.67 ± 0.7 <sup>Ad</sup>
SÇM	Elma		10.68 ± 0.08 <sup>Ca</sup>	21.79 ± 1.01 <sup>Ba</sup>	28.6 ± 1.12 <sup>Aa</sup>
	Kayısı		9.65 ± 0.17 <sup>Ca</sup>	20.77 ± 0.63 <sup>Ba</sup>	25.3 ± 1.73 <sup>Aab</sup>
	Şeftali		9.46 ± 0.78 <sup>Ba</sup>	20.86 ± 0.25 <sup>Aa</sup>	21.36 ± 5.8 <sup>Ac</sup>
	Üzüm		8.51 ± 0.14 <sup>Bb</sup>	19.3 ± 0.17 <sup>ABb</sup>	22.03 ± 4.77 <sup>Abc</sup>
	Laktuloz		10.18 ± 0.61 <sup>Ca</sup>	16.35 ± 0.02 <sup>Bc</sup>	21.99 ± 2.31 <sup>Abc</sup>
	Negatif	1.28 ± 0.02 <sup>D</sup>	6.04 ± 1.38 <sup>Cc</sup>	14.56 ± 0.54 <sup>Bd</sup>	16.67 ± 0.7 <sup>Ad</sup>
SÇ+SÇM	Elma		10.03 ± 0.24 <sup>Ca</sup>	19.48 ± 0.12 <sup>Bab</sup>	24.57 ± 1.21 <sup>Aa</sup>
	Kayısı		8.57 ± 0.2 <sup>Cab</sup>	20.42 ± 0.09 <sup>Ba</sup>	24.2 ± 1.25 <sup>Aa</sup>
	Şeftali		7.99 ± 0.01 <sup>Cab</sup>	20.93 ± 0.18 <sup>Ba</sup>	22.73 ± 0.06 <sup>Aab</sup>
	Üzüm		7.42 ± 2.62 <sup>Bc</sup>	20.05 ± 1.21 <sup>Aab</sup>	22.28 ± 0.15 <sup>Aab</sup>
	Laktuloz		10.18 ± 0.61 <sup>Ca</sup>	16.35 ± 0.02 <sup>Bc</sup>	21.99 ± 2.31 <sup>Abc</sup>
	Negatif	1.28 ± 0.02 <sup>D</sup>	6.04 ± 1.38 <sup>Cd</sup>	14.56 ± 0.54 <sup>Bd</sup>	16.67 ± 0.7 <sup>Ac</sup>

<sup>A-C</sup>Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. <sup>a-e</sup>Aynı sütundafarklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. SÇ: suda çözünen diyet lifi, SÇM: suda çözünmeyen diyet lifi, SÇ+SÇM: suda çözünen ve çözünmeyen diyet liflerinin karışımı. Laktuloz, hızlı fermente olan bir karşılaştırıcı olarak kullanılmıştır. Negatif, herhangi bir substrat içermemektedir.

Selüloz, sindirim enzimlerine erişimi kısıtlayabilen doğrusal bir glikoz zinciri içerir. Selüloz, kalın bağırsakta düşük çözünürlük gösterir ve fermente edilmez, bu nedenle dışkı kütlelerine önemli ölçüde katkıda bulunur. Kalın bağırsağa ulaşan DL'lerin türü, bağırsak mikrobiyotası üzerinde önemli bir etkiye sahiptir ve bağırsak sağlığını olduğu kadar SCFA'ların üretimini de etkiler. Diğer faktörler (örneğin, moleküler ağırlık, çözünürlük, metoksil, glikozidik bağlantı türü) de DL'lerin fermente edilebilirliğini etkiler. Daha yüksek fermente edilebilir DL içeriğine sahip gıdaların geliştirilmesi, DL alımını artırabilir ve bağırsak mikrobiyal çeşitliliğini destekleyerek insan sağlığına fayda sağlayabilir. Bununla birlikte bu çalışmanın sonuçları endüstriyel olarak üretilen meyve suyundan elde edilen posaların iyi bir diyet lifi kaynağı olduğunu göstermektedir (Cui ve ark., 2019).



**Şekil 4.7** Kolonik İn-vitro Fekal Fermentasyon Süresince Meyve Posası Suda Çözünmeyen Diyet Liflerinden SCFA Üretimi. Bar grafikleri 24. saatteki SCFA konsantrasyonlarını göstermektedir



**Şekil 4.8** Kolonik *İn-vitro* Fekal Fermentasyon Süresince Meyve Posası SÇ+SÇM Diyet Liflerinden SCFA Üretimi. Bar grafikleri 24. saatteki SCFA konsantrasyonlarını göstermektedir



**Çizelge 4.7** Kolonik *In-vitro* Fekal Fermentasyon Süresince Meyve Posası Diyet Liflerinin BCFA Üretimi (mM)

		iso-bütirat (mM)			
		0	6	12	24
SÇ	Elma		0.41 ± 0.00 <sup>Ca</sup>	1.82 ± 0.30 <sup>Bc</sup>	4.27 ± 0.00 <sup>Aa</sup>
	Kayısı		0.42 ± 0.02 <sup>Ca</sup>	3.84 ± 0.26 <sup>Ba</sup>	4.71 ± 0.03 <sup>Aa</sup>
	Şeftali		0.42 ± 0.01 <sup>Ca</sup>	3.72 ± 0.62 <sup>Ba</sup>	4.68 ± 0.12 <sup>Aa</sup>
	Üzüm		0.43 ± 0.01 <sup>Ca</sup>	3.20 ± 0.10 <sup>Bab</sup>	4.52 ± 0.19 <sup>Aa</sup>
	Laktuloz		0.36 ± 0.02 <sup>Bb</sup>	0.59 ± 0.01 <sup>Bd</sup>	2.45 ± 1.55 <sup>Ab</sup>
	Negatif	0.27 ± 0.01 <sup>C</sup>	0.43 ± 0.05 <sup>Ca</sup>	2.92 ± 0.15 <sup>Bab</sup>	4.79 ± 0.16 <sup>Aa</sup>
SÇM	Elma		0.49 ± 0.00 <sup>Cab</sup>	2.49 ± 0.19 <sup>Bab</sup>	4.52 ± 0.15 <sup>Aa</sup>
	Kayısı		0.48 ± 0.02 <sup>Cab</sup>	2.97 ± 0.36 <sup>Bab</sup>	4.46 ± 0.23 <sup>Aa</sup>
	Şeftali		0.51 ± 0.02 <sup>Ba</sup>	3.11 ± 0.07 <sup>Aab</sup>	3.81 ± 0.99 <sup>Aab</sup>
	Üzüm		0.44 ± 0.00 <sup>Cab</sup>	2.40 ± 0.12 <sup>Bbc</sup>	4.07 ± 0.87 <sup>Aa</sup>
	Laktuloz		0.36 ± 0.02 <sup>Bc</sup>	0.59 ± 0.01 <sup>Bd</sup>	2.45 ± 1.55 <sup>Ab</sup>
	Negatif	0.27 ± 0.01 <sup>C</sup>	0.43 ± 0.05 <sup>Cbc</sup>	2.92 ± 0.15 <sup>Bab</sup>	4.79 ± 0.16 <sup>Aa</sup>
SÇ+SÇM	Elma		0.44 ± 0.01 <sup>Ca</sup>	1.59 ± 0.20 <sup>Be</sup>	3.96 ± 0.19 <sup>Abc</sup>
	Kayısı		0.42 ± 0.00 <sup>Cab</sup>	2.29 ± 0.23 <sup>Bd</sup>	4.20 ± 0.13 <sup>Ab</sup>
	Şeftali		0.43 ± 0.00 <sup>Cab</sup>	3.05 ± 0.28 <sup>Bbc</sup>	4.07 ± 0.02 <sup>Ab</sup>
	Üzüm		0.34 ± 0.08 <sup>Cc</sup>	3.37 ± 0.04 <sup>Bb</sup>	4.06 ± 0.02 <sup>Ab</sup>
	Laktuloz		0.36 ± 0.02 <sup>Bbc</sup>	0.59 ± 0.01 <sup>Bf</sup>	2.45 ± 1.55 <sup>Ad</sup>
	Negatif	0.27 ± 0.01 <sup>C</sup>	0.43 ± 0.05 <sup>Cab</sup>	2.92 ± 0.15 <sup>Ba</sup>	4.79 ± 0.16 <sup>Aa</sup>
		iso-valerat (mM)			
		0	6	12	24
SÇ	Elma		0.73 ± 0.00 <sup>Cab</sup>	4.27 ± 0.55 <sup>Bc</sup>	7.41 ± 0.04 <sup>Aab</sup>
	Kayısı		0.81 ± 0.02 <sup>Ca</sup>	6.81 ± 0.23 <sup>Ba</sup>	8.27 ± 0.09 <sup>Aa</sup>
	Şeftali		0.78 ± 0.00 <sup>Cab</sup>	6.74 ± 0.65 <sup>Bab</sup>	8.22 ± 0.26 <sup>Aa</sup>
	Üzüm		0.79 ± 0.03 <sup>Cab</sup>	6.39 ± 0.18 <sup>Bab</sup>	7.85 ± 0.43 <sup>Aab</sup>
	Laktuloz		0.56 ± 0.03 <sup>Cc</sup>	1.19 ± 0.06 <sup>Bd</sup>	4.30 ± 2.02 <sup>Ac</sup>
	Negatif	0.41 ± 0.06 <sup>C</sup>	0.79 ± 0.07 <sup>Cab</sup>	6.08 ± 0.11 <sup>Bab</sup>	8.52 ± 0.28 <sup>Aa</sup>
SÇM	Elma		0.93 ± 0.01 <sup>Cab</sup>	5.34 ± 0.28 <sup>Bbc</sup>	7.81 ± 0.29 <sup>Aab</sup>
	Kayısı		0.93 ± 0.03 <sup>Cab</sup>	5.92 ± 0.39 <sup>Bab</sup>	7.75 ± 0.39 <sup>Aab</sup>
	Şeftali		1.03 ± 0.05 <sup>Ba</sup>	6.08 ± 0.26 <sup>Aa</sup>	6.60 ± 1.86 <sup>Aab</sup>
	Üzüm		0.87 ± 0.01 <sup>Bc</sup>	5.28 ± 0.17 <sup>Ac</sup>	7.07 ± 1.61 <sup>Aab</sup>
	Laktuloz		0.56 ± 0.03 <sup>Cd</sup>	1.19 ± 0.06 <sup>Bd</sup>	4.30 ± 2.02 <sup>Ab</sup>
	Negatif	0.41 ± 0.06 <sup>C</sup>	0.79 ± 0.07 <sup>Cab</sup>	6.08 ± 0.11 <sup>Ba</sup>	8.52 ± 0.28 <sup>Aa</sup>
SÇ+SÇM	Elma		0.85 ± 0.04 <sup>Ca</sup>	3.59 ± 0.47 <sup>Bd</sup>	6.81 ± 0.32 <sup>Ac</sup>
	Kayısı		0.81 ± 0.01 <sup>Cab</sup>	4.84 ± 0.26 <sup>Bc</sup>	7.31 ± 0.27 <sup>Ab</sup>
	Şeftali		0.79 ± 0.01 <sup>Bbc</sup>	6.10 ± 0.34 <sup>Ab</sup>	6.99 ± 0.02 <sup>Abc</sup>
	Üzüm		0.62 ± 0.22 <sup>Bc</sup>	6.64 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	7.08 ± 0.24 <sup>Abc</sup>
	Laktuloz		0.56 ± 0.03 <sup>Cd</sup>	1.19 ± 0.06 <sup>Be</sup>	4.30 ± 2.02 <sup>Ad</sup>
	Negatif	0.41 ± 0.06 <sup>C</sup>	0.79 ± 0.07 <sup>Cbc</sup>	6.08 ± 0.11 <sup>Bb</sup>	8.52 ± 0.28 <sup>Aa</sup>

<sup>A-C</sup>Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. <sup>a-c</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. SÇ: suda çözünen diyet lifi, SÇM: suda çözünmeyen diyet lifi, SÇ+SÇM: suda çözünen ve çözünmeyen diyet liflerinin karışımı. Laktuloz, hızlı fermente olan bir karşılaştırıcı olarak kullanılmıştır. Negatif, herhangi bir substrat içermemektedir.

## 4.2 Meyve Posası İlaveli Probiyotik Yoğurtlarda Yapılan Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

### 4.2.1 Kurumadde Miktarı

Yoğurt örneklerinde belirlenen kurumadde oranları Çizelge 4.8 ve Şekil 4.9’da verilmiştir. Meyve posası ilaveli probiyotik yoğurtların kurumadde içeriklerine sadece depolamanın 1. gününde bakılmıştır. Buna göre kurumadde miktarları %12.33 ile %14.59 arasında tespit edilmiştir. Beklenildiği üzere posa ilavesi yoğurtların kurumadde miktarını arttırdığı, dolayısıyla kontrol yoğurt ve %1 meyve posası ilaveli yoğurtların kurumadde miktarı %3 meyve posalı yoğurtlara oranla daha düşük olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ).

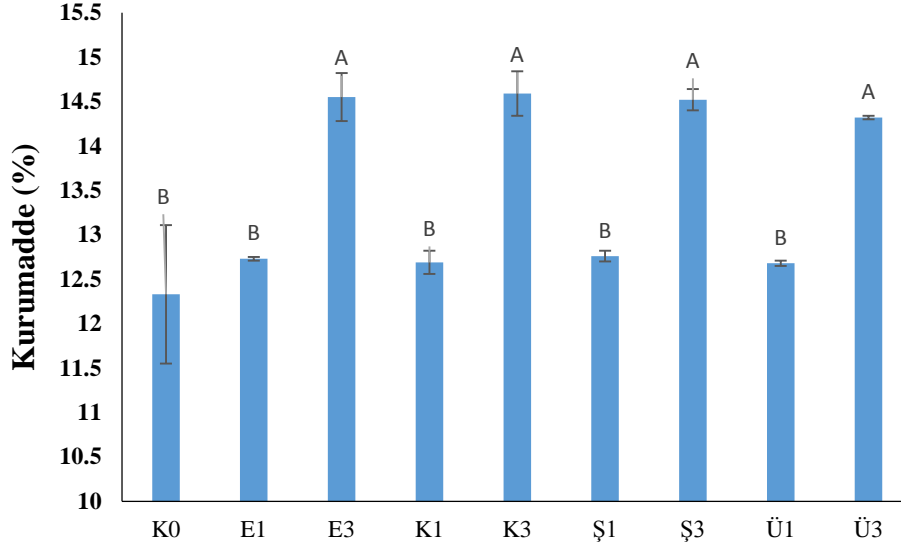
**Çizelge 4.8** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Belirlenen Kurumadde Miktarı

Örnek	% Kurumadde
K0	12.33 ± 0.78 <sup>B</sup>
E1	12.73 ± 0.02 <sup>B</sup>
E3	14.55 ± 0.27 <sup>A</sup>
K1	12.69 ± 0.13 <sup>B</sup>
K3	14.59 ± 0.25 <sup>A</sup>
Ş1	12.76 ± 0.06 <sup>B</sup>
Ş3	14.52 ± 0.12 <sup>A</sup>
Ü1	12.68 ± 0.03 <sup>B</sup>
Ü3	14.32 ± 0.02 <sup>A</sup>

<sup>A-B</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden  $p<0.05$  düzeyinde farklıdır. K0; kontrol örneği, E1; %1 elma posası, E3; %3 elma posası, K1; %1 kayısı posası, K3; %3 kayısı posası, Ş1; %1 şeftali posası, Ş3; %3 şeftali posası, Ü1; %1 üzüm posası, Ü3; %3 üzüm posası katkılı örnekleri temsil etmektedir.

Kuru madde oranı (bağlı yağ ve/veya protein konsantrasyonu ile birlikte) yoğurdun viskozite ve serum ayrılması gibi fiziksel, tekstürel, reolojik ve duyuşal özelliklerini etkileyen temel faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir (Lucey ve Singh, 1997). Yoğurtlardaki yağsız kuru madde oranının genellikle %9-16 arasında değiştiği düşünüldüğünde alt sınırın üzerinde ve kabul edilebilir olduğu düşünülmektedir (Sfakianakis ve Tzia, 2014). Diğer taraftan, Tamime ve Robinson (2007), yağsız kuru madde oranının %12-14’e kadar yükseltilebileceğini belirtmiştir.

Geraldi ve ark., (2018) juçara ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin %11.27 kuru madde içeriğine sahip olduğunu göstermiştir.



**Şekil 4.9** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Belirlenen Kurumadde Miktarı

#### 4.2.2 pH Değeri

Meyve posası ilaveli probiyotik yoğurt örneklerine ait pH değerleri Çizelge 4.9 ve Şekil 4.10'da verilmiştir. Buna göre yoğurt örneklerinin pH değeri 3.60 ile 4.03 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Göçer ve ark., (2016) probiyotik yoğurt ile ilgili çalışmasında 30 günlük depolama süresince pH değerlerinin 4 ile 4.20 arasında değiştiğini bildirmiştir. Küçüköner ve Tarakçı (2003), kıvılcık, kuşburnu, vişne (marmelat), üzüm (pekmez), hurma (küspe) katkılı ve kontrol (katkısız) set tipi yoğurtlar ile karıştırılmış yoğurtlar üretmiş ve  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 10 gün depolamada pH değerinin 3.93 ile 4.29 arasında olduğunu bildirmiştir.

Çizelge incelendiğinde yoğurt örneklerinin pH değerlerinin genel olarak depolama süresince düştüğü ve bu düşüşün depolamanın 21. gününde kayısı posası ilaveli yoğurt örnekleri haricinde belirgin olduğu görülmektedir ( $p < 0.05$ ). Bu düşüş, raf ömrünün başlangıcında yüksek metabolik aktiviteye sahip yoğurt starterlerinin ürettiği laktik asitin artmasından kaynaklanmıştır (Terpou ve ark., 2017). Benzer şekilde Tarakçı (2010), kivi marmelatı ilaveli yoğurtların, Temiz ve ark., (2014)

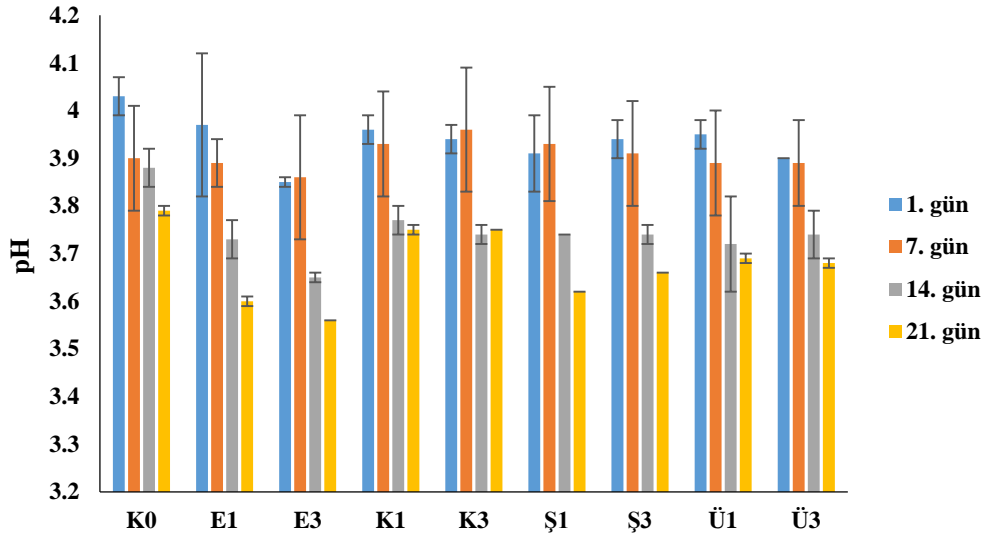
karayemiş marmelatı ilaveli yoğurtların depolama süresince pH değerlerinin düştüğünü bildirmiştir.

**Çizelge 4.9** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen pH Değerleri

Örnek	Depolama (gün)			
	1	7	14	21
K0	4.03 ± 0.04 <sup>Aa</sup>	3.90 ± 0.11 <sup>ABa</sup>	3.88 ± 0.04 <sup>ABa</sup>	3.79 ± 0.01 <sup>Ba</sup>
E1	3.97 ± 0.15 <sup>Aa</sup>	3.89 ± 0.05 <sup>ABa</sup>	3.73 ± 0.04 <sup>ABa</sup>	3.60 ± 0.01 <sup>Bd</sup>
E3	3.85 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	3.86 ± 0.13 <sup>Aa</sup>	3.65 ± 0.01 <sup>ABa</sup>	3.56 ± 0.00 <sup>Bc</sup>
K1	3.96 ± 0.03 <sup>Aa</sup>	3.93 ± 0.11 <sup>Aa</sup>	3.77 ± 0.03 <sup>Aa</sup>	3.75 ± 0.01 <sup>Ab</sup>
K3	3.94 ± 0.03 <sup>Aa</sup>	3.96 ± 0.13 <sup>Aa</sup>	3.74 ± 0.02 <sup>Aa</sup>	3.75 ± 0.00 <sup>Ab</sup>
Ş1	3.91 ± 0.08 <sup>ABa</sup>	3.93 ± 0.12 <sup>Aa</sup>	3.74 ± 0.00 <sup>ABa</sup>	3.62 ± 0.00 <sup>Bd</sup>
Ş3	3.94 ± 0.04 <sup>Aa</sup>	3.91 ± 0.11 <sup>ABa</sup>	3.74 ± 0.02 <sup>ABa</sup>	3.66 ± 0.00 <sup>Bc</sup>
Ü1	3.95 ± 0.03 <sup>Aa</sup>	3.89 ± 0.11 <sup>Aa</sup>	3.72 ± 0.10 <sup>ABa</sup>	3.69 ± 0.01 <sup>Bc</sup>
Ü3	3.90 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	3.89 ± 0.09 <sup>Aa</sup>	3.74 ± 0.05 <sup>ABa</sup>	3.68 ± 0.01 <sup>Bc</sup>

<sup>A-B</sup>Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. <sup>a-c</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. K0; kontrol örneği, E1; %1 elma posası, E3; %3 elma posası, K1; %1 kayısı posası, K3; %3 kayısı posası, Ş1; %1 şeftali posası, Ş3; %3 şeftali posası, Ü1; %1 üzüm posası, Ü3; %3 üzüm posası katkılı örnekleri temsil etmektedir.

Depolamanın başında örnekler arasında pH değerleri açısından önemli bir fark bulunmazken depolamanın sonunda belirgin farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Posa oranı ve çeşidi depolamanın ilk gününde pH değerlerine önemli ölçüde etki etmediği belirlenmiştir (p>0.05). Meyve posalarında bulunan doğal asitler, depolamanın sonunda yoğurdun pH'sını ve asitliğini etkilemiş olabilir. Buna göre depolama sonunda en yüksek pH değeri kontrol örnekte en düşük pH değeri ise E3 örneğinde tespit edilmiştir. Depolamanın ilk günlerinde meyve çeşiti ve oran pH değerlerini etkilemediği, depolama sonunda şeftali ve elma posası katkılı yoğurtlarda %1 ve %3 oranları arasında istatistiki açıdan önemli farkın olduğu görülmüştür (p<0.05).



**Şekil 4.10** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen pH Değerleri

Helal ve ark., (2018) inülin ilave ederek ürettikleri yoğurtlarda inülin ilavesi ve yüzdesinin pH değerini önemli ölçüde etkilemediğini bildirmişlerdir. Yine Geraldi ve ark., (2018) juçara pulp ilave ettikleri probiyotik yoğurtlarda depolama süresi boyunca, pH değerlerinde önemli bir farklılık olmadığını bildirmiştir. Srisuvor ve ark., (2013) inülin ve polidekstroz ilavesinin az yağlı katı yoğurdun titre edilebilir asitliği, pH'ı ve sinerezisi üzerinde herhangi bir etkisi gözlemlenmemiştir. Cruz ve ark., (2013) 28 gün boyunca soğuk depolamada oligofruktoz ilavesinin yoğurdun pH'sı üzerinde hiçbir etkisi olmadığını bildirmiştir. Bizim çalışmamızda ise depolamanın 14. gününe kadar önemli bir değişiklik olmadığı ancak 14. günden sonra K3 örneği haricinde pH'da düştüğü gözlenmiştir ( $p < 0.05$ ).

#### 4.2.3 Titrasyon Asitliği

Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen titrasyon asitliği miktarları Çizelge 4.10 ve Şekil 4.11'de belirtilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi titrasyon asitlikleri %0.80 ile %1.07 arasında değiştiği belirlenmiştir. Depolamanın başında örnekler arasında asitlik açısından önemli bir fark görülmemiştir ( $p > 0.05$ ). Bu da başlangıçta posa çeşidi ve oranının asitlik miktarını önemli ölçüde etkilemediğini göstermektedir. Depolamanın sonuna doğru ise asitlik miktarlarında artışlar gözlenmiştir.

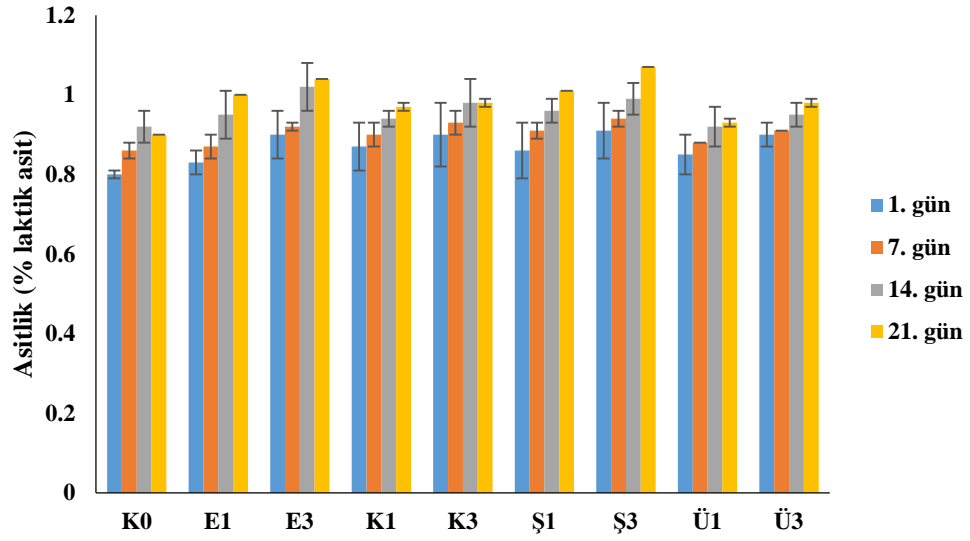
Tarakçı ve Küçüköner (2003), farklı meyve aromalarına sahip yoğurtları (kızılcık, vişne ve kuşburnu marmelatı, pekmez, hurma küspesi ve kontrol (katksız)) 5°C'de 10 güne kadar depolamış ve depolama süresince titrasyon asitliğinin arttığını bildirmiştir.

Yoğurdun asitliğindeki gelişme, esas olarak yoğurt kültürünün laktik asit bakterileri tarafından laktozun laktik aside dönüştürülmesinden kaynaklanmaktadır. Meyve posasında bulunan doğal asitler, soğuk depolama sırasında yoğurdun pH'sını ve asitliğini etkileyebilir. Bununla birlikte ölçtüğümüz değerler Türk Gıda Kodeksi fermente süt ürünleri tebliğinde belirtilen limitleri aşmamıştır (en az 0.6. en fazla 1.5).

**Çizelge 4.10** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen % Titrasyon Asitliği Değerleri

Örnek	Depolama (gün)			
	1	7	14	21
K0	0.80 ± 0.01 <sup>Ba</sup>	0.86 ± 0.02 <sup>ABa</sup>	0.92 ± 0.04 <sup>Aa</sup>	0.90 ± 0.00 <sup>Af</sup>
E1	0.83 ± 0.03 <sup>Ba</sup>	0.87 ± 0.03 <sup>ABa</sup>	0.95 ± 0.06 <sup>ABa</sup>	1.00 ± 0.00 <sup>Abc</sup>
E3	0.90 ± 0.06 <sup>Ba</sup>	0.92 ± 0.01 <sup>ABa</sup>	1.02 ± 0.06 <sup>Aa</sup>	1.04 ± 0.00 <sup>Aa</sup>
K1	0.87 ± 0.06 <sup>Ba</sup>	0.90 ± 0.03 <sup>ABa</sup>	0.94 ± 0.02 <sup>ABa</sup>	0.97 ± 0.01 <sup>Ad</sup>
K3	0.90 ± 0.08 <sup>Aa</sup>	0.93 ± 0.03 <sup>Aa</sup>	0.98 ± 0.06 <sup>Aa</sup>	0.98 ± 0.01 <sup>Ad</sup>
Ş1	0.86 ± 0.07 <sup>Ba</sup>	0.91 ± 0.02 <sup>ABa</sup>	0.96 ± 0.03 <sup>ABa</sup>	1.01 ± 0.00 <sup>Ab</sup>
Ş3	0.91 ± 0.07 <sup>Ba</sup>	0.94 ± 0.02 <sup>Ba</sup>	0.99 ± 0.04 <sup>ABa</sup>	1.07 ± 0.00 <sup>Aa</sup>
Ü1	0.85 ± 0.05 <sup>Aa</sup>	0.88 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	0.92 ± 0.05 <sup>Aa</sup>	0.93 ± 0.01 <sup>Ae</sup>
Ü3	0.90 ± 0.03 <sup>Ba</sup>	0.91 ± 0.00 <sup>Ba</sup>	0.95 ± 0.03 <sup>ABa</sup>	0.98 ± 0.01 <sup>AcD</sup>

<sup>A-B</sup>Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. <sup>a-f</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. K0; kontrol örneği, E1; %1 elma posası, E3; %3 elma posası, K1; %1 kayısı posası, K3; %3 kayısı posası, Ş1; %1 şeftali posası, Ş3; %3 şeftali posası, Ü1; %1 üzüm posası, Ü3; %3 üzüm posası katkılı örnekleri temsil etmektedir.



**Şekil 4.11** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen % Titrasyon Asitliği Değerleri

#### 4.2.4 L değeri

Hunter renk sisteminde L, 0-100 arasında aydınlık ve karanlığın bir ölçüsüdür. 0 siyaha, 100 beyaza karşılık gelir. Çizelge 4.11 ve Şekil 4.12 probiyotik yoğurt örneklerine ait L değerlerini göstermektedir.

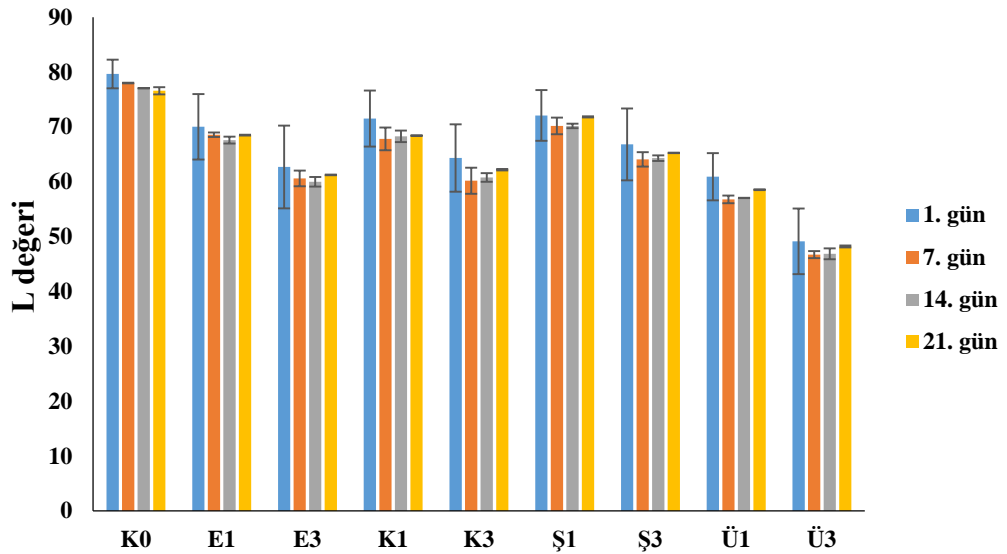
**Çizelge 4.11** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen L Değerleri

Örnek	Depolama (gün)			
	1	7	14	21
K0	79.65 ± 2.60 <sup>Aa</sup>	77.99 ± 0.06 <sup>Aa</sup>	77.05 ± 0.02 <sup>Aa</sup>	76.59 ± 0.65 <sup>Aa</sup>
E1	70.02 ± 5.96 <sup>Aab</sup>	68.57 ± 0.40 <sup>Ab</sup>	67.59 ± 0.62 <sup>Ac</sup>	68.49 ± 0.07 <sup>Ac</sup>
E3	62.70 ± 7.54 <sup>Ab</sup>	60.61 ± 1.43 <sup>Ad</sup>	60.00 ± 0.87 <sup>Ae</sup>	61.25 ± 0.05 <sup>Af</sup>
K1	71.53 ± 5.11 <sup>Aab</sup>	67.81 ± 2.08 <sup>Ab</sup>	68.28 ± 1.04 <sup>Ac</sup>	68.42 ± 0.07 <sup>Ac</sup>
K3	64.33 ± 6.14 <sup>Ab</sup>	60.19 ± 2.38 <sup>Ad</sup>	60.77 ± 0.79 <sup>Ae</sup>	62.20 ± 0.13 <sup>Ae</sup>
Ş1	72.08 ± 4.63 <sup>Aab</sup>	70.18 ± 1.52 <sup>Ab</sup>	70.19 ± 0.41 <sup>Ab</sup>	71.83 ± 0.10 <sup>Ab</sup>
Ş3	66.82 ± 6.55 <sup>Aab</sup>	64.09 ± 1.31 <sup>Ac</sup>	64.31 ± 0.51 <sup>Ad</sup>	65.27 ± 0.04 <sup>Ad</sup>
Ü1	60.92 ± 4.31 <sup>Abc</sup>	56.79 ± 0.70 <sup>Ae</sup>	57.05 ± 0.02 <sup>Af</sup>	58.55 ± 0.07 <sup>Ag</sup>
Ü3	49.14 ± 5.99 <sup>Ac</sup>	46.72 ± 0.65 <sup>Af</sup>	46.86 ± 1.00 <sup>Ag</sup>	48.21 ± 0.18 <sup>Ah</sup>

<sup>a-h</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. K0; kontrol örneği, E1; %1 elma posası, E3; %3 elma posası, K1; %1 kayısı posası, K3; %3 kayısı posası, Ş1; %1 şeftali posası, Ş3; %3 şeftali posası, Ü1; %1 üzüm posası, Ü3; %3 üzüm posası katkılı örnekleri temsil etmektedir.

Çizelge incelendiğinde meyve posası oranının artması L değerlerini bir miktar düşürdüğü tespit edilmiştir. Depolamanın başında kontrol örnekten sonra en yüksek L değeri Ş1 en düşük ise Ü3 örneğinde tespit edilmiştir. Depolama süresince örneklerin L değerlerinde önemli farklılıklar görülmemiştir ( $p>0.05$ ). Depolamanın sonunda posa miktarının artmasıyla L değerlerindeki düşüşlerde belirgin farklılıklar gözlenmiştir ( $p>0.05$ ). Genel olarak bakıldığında tüm posa ilaveli örnekler kontrol örneğinden daha düşük L değerine sahip olmuştur ( $p<0.05$ ). Marand ve ark., (2020) depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinin L renk parametrelerinde önemli bir fark gözlenmediğini ve keten tohumu tozu içeriği artırıldığında yoğurtların L değerlerinin azaldığını bildirmiştir.

Tseng ve Zhao, (2013), şarap işletmesi atığı olan üzüm posasını ilave ettikleri yoğurtta L değerlerini 58.17 ile 92.18 arasında belirlemişlerdir.



**Şekil 4.12** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen L Değerleri



#### 4.2.5 a Değeri

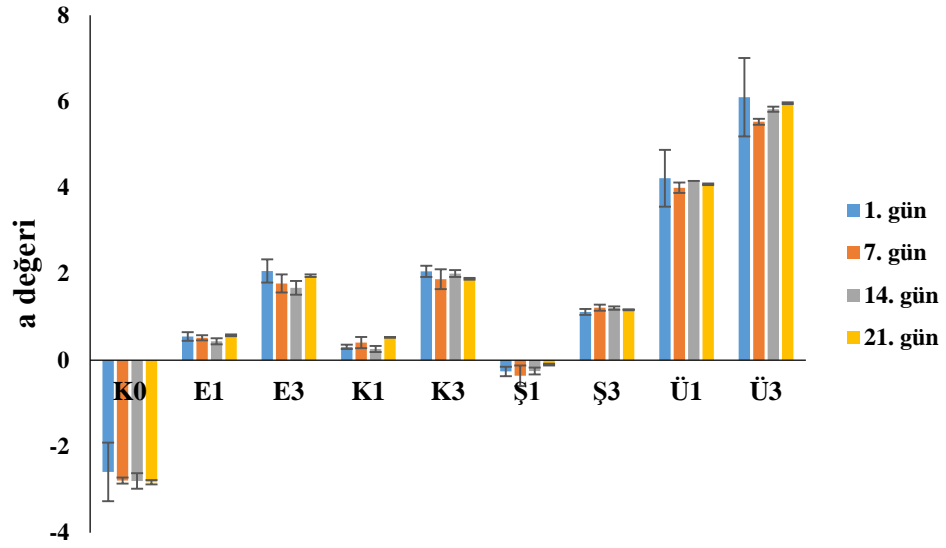
Hunter renk ölçüm sisteminde a'nın pozitif (+) değerleri kırmızılığı, negatif (-) değerleri ise yeşilliği ifade etmektedir.

**Çizelge 4.12** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen a Değerleri

Örnek	Depolama (gün)			
	1	7	14	21
K0	$-2.59 \pm 0.68^{Ae}$	$-2.79 \pm 0.07^{Ag}$	$-2.8 \pm 0.18^{Ah}$	$-2.83 \pm 0.05^{Ah}$
E1	$0.55 \pm 0.10^{Ade}$	$0.52 \pm 0.06^{Ae}$	$0.44 \pm 0.07^{Af}$	$0.58 \pm 0.02^{Af}$
E3	$2.07 \pm 0.27^{Ac}$	$1.78 \pm 0.21^{Ac}$	$1.68 \pm 0.16^{Ad}$	$1.96 \pm 0.03^{Ac}$
K1	$0.31 \pm 0.05^{Ade}$	$0.41 \pm 0.13^{Ae}$	$0.26 \pm 0.07^{Af}$	$0.53 \pm 0.01^{Af}$
K3	$2.06 \pm 0.13^{Ac}$	$1.88 \pm 0.23^{Ac}$	$2.01 \pm 0.08^{Ac}$	$1.89 \pm 0.02^{Ad}$
Ş1	$-0.26 \pm 0.11^{Ae}$	$-0.36 \pm 0.24^{Af}$	$-0.25 \pm 0.08^{Ag}$	$-0.1 \pm 0.02^{Ag}$
Ş3	$1.12 \pm 0.07^{Acd}$	$1.22 \pm 0.07^{Ad}$	$1.21 \pm 0.04^{Ae}$	$1.17 \pm 0.01^{Ae}$
Ü1	$4.22 \pm 0.66^{Ab}$	$4.00 \pm 0.12^{Ab}$	$4.16 \pm 0.00^{Ab}$	$4.08 \pm 0.02^{Ab}$
Ü3	$6.10 \pm 0.91^{Aa}$	$5.53 \pm 0.07^{Aa}$	$5.82 \pm 0.06^{Aa}$	$5.96 \pm 0.02^{Aa}$

<sup>a-h</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. K0; kontrol örneği, E1; %1 elma posası, E3; %3 elma posası, K1; %1 kayısı posası, K3; %3 kayısı posası, Ş1; %1 şeftali posası, Ş3; %3 şeftali posası, Ü1; %1 üzüm posası, Ü3; %3 üzüm posası katkılı örnekleri temsil etmektedir.

Çizelge 4.12 ve Şekil 4.13 meyve posası ilaveli probiyotik yoğurtların a renk değerlerinin göstermektedir. Depolamanın ilk gününde en yüksek a değeri üzüm posası katkılı yoğurtlarda tespit edilmiştir. Depolama süresince örneklerin a değerlerinde önemli farklılıklar görülmemiştir. Posa oranı yüksek olan yoğurtlarda a değeri daha yüksek görülmüştür (p<0.05)



Şekil 4.13 Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen a Değerleri

#### 4.2.6 b Değeri

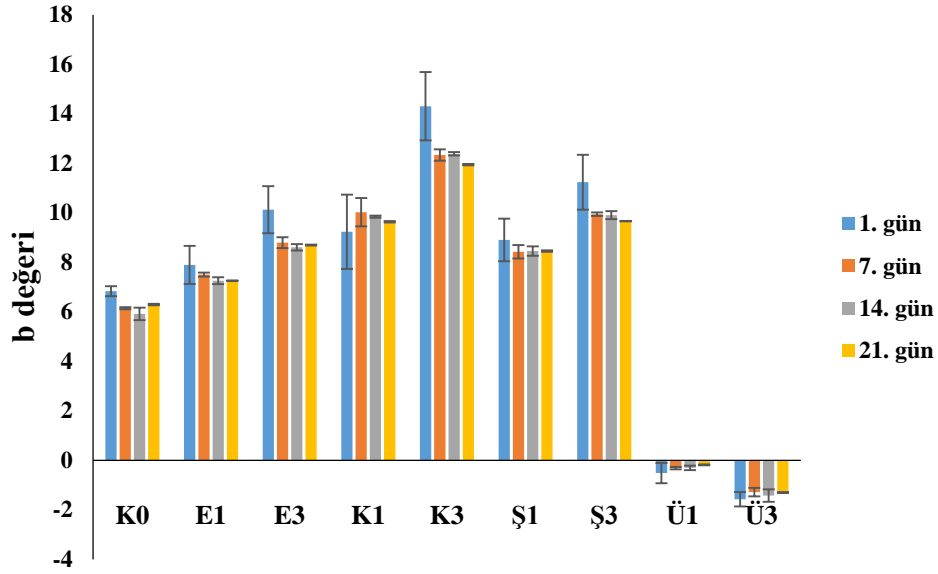
Renk ölçüm sisteminde b'nin pozitif (+) değerleri sarılığı, negatif (-) değerleri ise maviligi ifade etmektedir.

Çizelge 4.13 Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen b Değerleri

Örnek	Depolama (gün)			
	1	7	14	21
K0	6.84 ± 0.20 <sup>Ad</sup>	6.15 ± 0.04 <sup>Ae</sup>	5.92 ± 0.25 <sup>Ae</sup>	6.30 ± 0.03 <sup>Af</sup>
E1	7.90 ± 0.77 <sup>Acd</sup>	7.51 ± 0.08 <sup>Ad</sup>	7.26 ± 0.14 <sup>Ad</sup>	7.26 ± 0.01 <sup>Ae</sup>
E3	10.13 ± 0.95 <sup>Abc</sup>	8.80 ± 0.22 <sup>Ac</sup>	8.61 ± 0.13 <sup>Ac</sup>	8.70 ± 0.02 <sup>Ac</sup>
K1	9.24 ± 1.50 <sup>Abc</sup>	10.03 ± 0.57 <sup>Ab</sup>	9.85 ± 0.04 <sup>Ab</sup>	9.64 ± 0.03 <sup>Ab</sup>
K3	14.31 ± 1.38 <sup>Aa</sup>	12.34 ± 0.23 <sup>ABa</sup>	12.39 ± 0.07 <sup>ABa</sup>	11.95 ± 0.03 <sup>Ba</sup>
Ş1	8.91 ± 0.86 <sup>Acd</sup>	8.43 ± 0.27 <sup>Ac</sup>	8.46 ± 0.19 <sup>Ac</sup>	8.46 ± 0.03 <sup>Ad</sup>
Ş3	11.24 ± 1.11 <sup>Ab</sup>	9.95 ± 0.07 <sup>Ab</sup>	9.91 ± 0.16 <sup>Ab</sup>	9.67 ± 0.01 <sup>Ab</sup>
Ü1	-0.51 ± 0.41 <sup>Ae</sup>	-0.31 ± 0.05 <sup>Af</sup>	-0.30 ± 0.09 <sup>Af</sup>	-0.18 ± 0.02 <sup>Ag</sup>
Ü3	-1.57 ± 0.29 <sup>Ae</sup>	-1.28 ± 0.17 <sup>Bg</sup>	-1.42 ± 0.25 <sup>Bg</sup>	-1.30 ± 0.02 <sup>ABh</sup>

<sup>A-B</sup> Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. <sup>a-h</sup> Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. K0; kontrol örneği, E1; %1 elma posası, E3; %3 elma posası, K1; %1 kayısı posası, K3; %3 kayısı posası, Ş1; %1 şeftali posası, Ş3; %3 şeftali posası, Ü1; %1 üzüm posası, Ü3; %3 üzüm posası katkılı örnekleri temsil etmektedir.

Probiyotik meyve posalı yoğurtlara ait b renk değerleri Çizelge 4.13 ve Şekil 4.14’de sunulmuştur. Depolamanın başında ve sonunda en yüksek b değeri K3 örneğinde, en düşük b değeri ise üzüm posası katkılı örneklerde ölçülmüştür. Depolama süresince örneklerin b değerlerinde K3 örneği dışında önemli farklılıklar görülmemiştir. Posa oranının artması ile b değerlerinde artışlar gözlenmiştir ( $p<0.05$ ).



**Şekil 4.14** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen b Değerleri

#### 4.2.7 Serum Ayrılması (Sineresiz)

Yoğurtlarda, jeller kendiliğinden büzölmeye ve böylece sıvıyı dışarı atmaya meyilli olduğunda sineresiz meydana gelmektedir. Fermente ürünlerde sineresizin en önemli nedenleri yüksek inkübasyon sıcaklıklarının kullanılması, düşük kurumadde içeriği veya yetersiz depolama sıcaklıklarıdır (Amaya-Llano ve ark., 2008). Depolama süresince yoğurt örneklerinde belirlenen serum ayrılması değerleri Çizelge 4.14 ve Şekil 4.15’de gösterilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi örneklerden ayrılan serum miktarı %25.87 ile %32.53 arasında değişmiştir. Tseng ve Zhao (2013), fermentasyon sonrası toz posa kattıkları yoğurtlarda 21 günlük depolama süresince serum ayrılması miktarlarını %17.25 ile %33.58 arasında belirlemişlerdir. Bu değerler çalışmamızdaki değerler ile örtüşmektedir.

Genel olarak bakıldığında posa çeşidi ve oranı ayrılan serum miktarını önemli derecede etkilememiştir. Yine depolama süresince ayrılan serum miktarlarında bazı örneklerde azalma görülse de kontrol örneği haricinde genel olarak önemli değişimler görülmemektedir. 21 günlük depolama sonunda kontrol örnek haricinde meyve posası katkılı yoğurtlardan ayrılan serum miktarlarında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir ( $p>0.05$ ). Daha önceki bir çalışmada üzüm posası ilaveli yoğurtlarda şimdiki çalışmamıza benzer şekilde depolama süresince sineresiz miktarının posa ilaveli örneklerle kıyasla kontrol örnekte daha fazla azaldığı ve sineresizin azalması, depolama sırasında jel büzülmesine ve sonuç olarak jel mukavemetinde bir artışa yol açan pH'daki düşüşe bağlı olabileceği bildirilmiştir (Demirkol ve Tarakçı, 2018). Staffolo ve ark., (2004), 21 günlük depolama süresince %1.3 buğday, inülin ve elma lifi ile yoğurt zenginleştirildiğinde sineresiz oluşmadığını bildirmiştir. Başka bir çalışmada isekivi marmeladı ilaveli yoğurdun sineresiz miktarının depolama süresince azaldığı bildirilmiştir (Tarakçı, 2010).

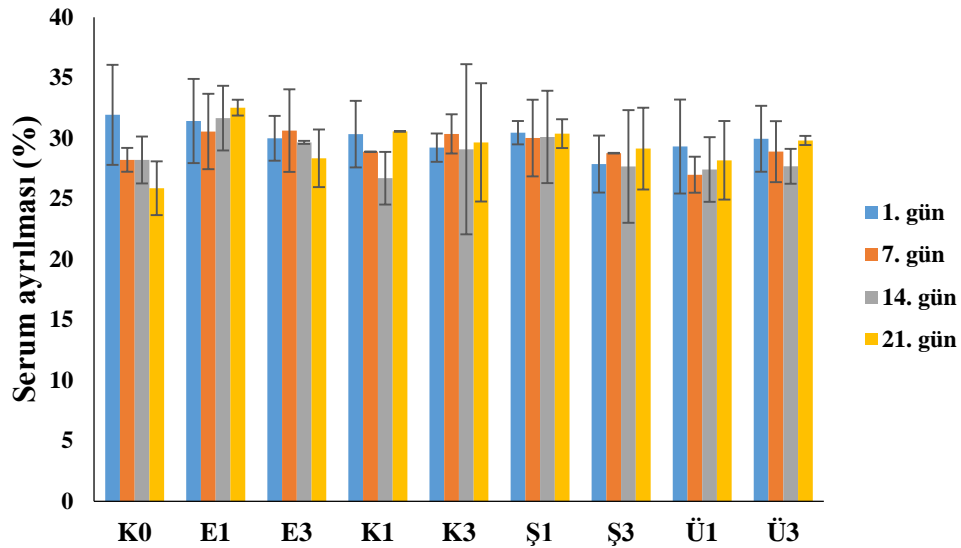
**Çizelge 4.14** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Serum Ayrılması Değerleri (%)

Örnek	Depolama (gün)			
	1	7	14	21
K0	31.94 ± 4.13 <sup>Aa</sup>	28.22 ± 0.98 <sup>ABa</sup>	28.21 ± 1.94 <sup>ABa</sup>	25.87 ± 2.22 <sup>Bb</sup>
E1	31.43 ± 3.48 <sup>Aa</sup>	30.56 ± 3.11 <sup>Aa</sup>	31.66 ± 2.67 <sup>Aa</sup>	32.53 ± 0.65 <sup>Aa</sup>
E3	30.00 ± 1.85 <sup>Aa</sup>	30.63 ± 3.41 <sup>Aa</sup>	29.66 ± 0.13 <sup>Aa</sup>	28.34 ± 2.38 <sup>Aab</sup>
K1	30.34 ± 2.75 <sup>Aa</sup>	28.89 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	26.70 ± 2.18 <sup>Aa</sup>	30.57 ± 0.01 <sup>Aab</sup>
K3	29.23 ± 1.17 <sup>Aa</sup>	30.36 ± 1.62 <sup>Aa</sup>	29.09 ± 7.03 <sup>Aa</sup>	29.66 ± 4.89 <sup>Aab</sup>
Ş1	30.46 ± 0.97 <sup>Aa</sup>	30.02 ± 3.17 <sup>Aa</sup>	30.11 ± 3.82 <sup>Aa</sup>	30.38 ± 1.19 <sup>Aab</sup>
Ş3	27.87 ± 2.36 <sup>Aa</sup>	28.77 ± 0.03 <sup>Aa</sup>	27.67 ± 4.65 <sup>Aa</sup>	29.15 ± 3.38 <sup>Aab</sup>
Ü1	29.32 ± 3.88 <sup>Aa</sup>	26.99 ± 1.49 <sup>Aa</sup>	27.42 ± 2.67 <sup>Aa</sup>	28.18 ± 3.25 <sup>Aab</sup>
Ü3	29.96 ± 2.72 <sup>Aa</sup>	28.90 ± 2.52 <sup>Aa</sup>	27.68 ± 1.44 <sup>Aa</sup>	29.82 ± 0.38 <sup>Aab</sup>

<sup>A-B</sup>Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden  $p<0.05$  düzeyinde farklıdır. <sup>a-b</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden  $p<0.05$  düzeyinde farklıdır. K0; kontrol örneği, E1; %1 elma posası, E3; %3 elma posası, K1; %1 kayısı posası, K3; %3 kayısı posası, Ş1; %1 şeftali posası, Ş3; %3 şeftali posası, Ü1; %1 üzüm posası, Ü3; %3 üzüm posası katkılı örnekleri temsil etmektedir.

Çalışmamızda posa ilaveli yoğurtlardan ayrılan serum miktarı kontrol örnekten bir miktar fazla tespit edilmiştir.

Meyve posaları yogurt jel yapısının sürekliliğini bozma ve sineresizin artmasına neden olma potansiyeline sahip önemli miktarda çözünmeyen diyet lifi içerirken, çözünür bileşen, suyu bağlayarak ve jelin sürekli fazının viskozitesini artırarak sineresisi azaltır. Bu nedenle, posa konsantrasyonunun %1'e çıkarılması, iyi su bağlama kapasitesi ve viskozite artışı sağlamasına rağmen, aynı anda jeli bozabilecek ve sineresisi artırabilecek daha yüksek miktarda çözünmeyen partikül sağlayabilmektedir (Wang ve ark., 2019b). Bunun yanı sıra Ahluwalia ve Kumar (2013), *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium*'un sineresiz üzerinde ise negatif bir etkiye sahip olduğunu bildirmiştir.



Şekil 4.15 Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Serum Ayrılması Değerleri (%)

#### 4.2.8 Viskozite

Depolama süresince posa ilaveli probiyotik yoğurtlarda tespit edilen viskozite değerleri Çizelge 4.15 ve Şekil 4.16'de verilmiştir. Depolamanın başlangıcında en yüksek viskozite 266.96 cP ile kontrol örneğinde belirlenmiş bunu 226.09 cP ile E1 örneği takip etmiştir, en düşük viskozite ise 83.37 cP ile Ş1 örneğinde tespit edilmiştir. Depolama sonunda ise yine en yüksek viskozite kontrol örnekte, en düşük viskozite ise Ş3 örneğinde gözlemlenmiştir.

Yoğurt örneklerinde yapılan viskozite ölçümlerinde posa oranı arttığında viskozite değerlerinin düştüğü gözlemlenmiştir ( $p<0.05$ ). Pasephol ve ark., (2008), inülin takviyeli yoğurtların, takviye edilmeyen kontrol yoğurtlarından daha düşük görünür viskozite sergilediği bir çalışmada benzer sonuçlar gözlemlenmiştir. Şah ve ark., (2016) benzer şekilde ananas kabuğu tozu ile takviye edilmiş yoğurtların, depolama süresi boyunca takviye edilmemiş kontrol yoğurtlarına kıyasla belirgin şekilde daha düşük viskozite değerleri gösterdiğini bildirmiştir. Bu muhtemelen, Lee ve Lucey (2010), tarafından bildirildiği gibi, yoğurt jelinin yüksek posa konsantrasyonunun zayıflatıcı yapısından kaynaklanmaktadır.

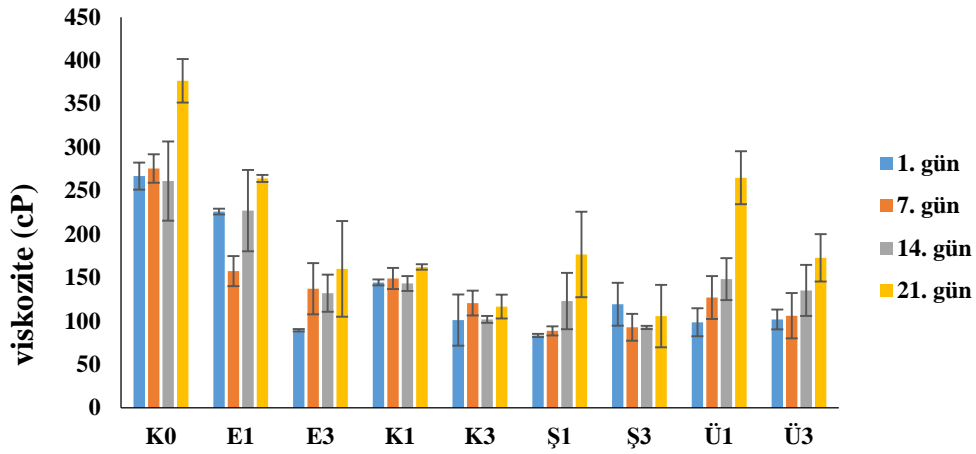
**Çizelge 4.15** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Viskozite Değerleri (cP)

Örnek	Depolama (gün)			
	1	7	14	21
K0	266.96 ± 15.56 <sup>Ba</sup>	275.63 ± 16.4 <sup>Ba</sup>	261.24 ± 45.65 <sup>Ba</sup>	376.79 ± 25.08 <sup>Aa</sup>
E1	226.09 ± 3.36 <sup>Ab</sup>	157.46 ± 17.33 <sup>Ab</sup>	227.16 ± 46.85 <sup>Aab</sup>	264.23 ± 4.08 <sup>Aab</sup>
E3	89.350 ± 1.45 <sup>Bd</sup>	137.19 ± 29.48 <sup>Abcd</sup>	132.12 ± 21.38 <sup>Aab</sup>	160.02 ± 55.15 <sup>Abc</sup>
K1	144.47 ± 3.41 <sup>Ac</sup>	148.97 ± 12.18 <sup>Abc</sup>	143.22 ± 8.65 <sup>Aab</sup>	162.32 ± 3.10 <sup>Abc</sup>
K3	101.10 ± 29.48 <sup>Ad</sup>	120.69 ± 14.31 <sup>Abcde</sup>	101.89 ± 3.92 <sup>Ab</sup>	116.59 ± 13.73 <sup>Ac</sup>
Ş1	83.370 ± 1.88 <sup>Bd</sup>	88.66 ± 5.24 <sup>Be</sup>	123.05 ± 32.45 <sup>Aab</sup>	176.63 ± 49.24 <sup>Abc</sup>
Ş3	119.33 ± 24.68 <sup>AcD</sup>	92.79 ± 15.55 <sup>Ade</sup>	92.66 ± 1.82 <sup>Ab</sup>	105.66 ± 35.95 <sup>Ac</sup>
Ü1	98.54 ± 16.14 <sup>Bd</sup>	127.03 ± 24.75 <sup>Bbcde</sup>	148.23 ± 24.19 <sup>Bab</sup>	265.07 ± 30.56 <sup>Aab</sup>
Ü3	101.87 ± 11.43 <sup>Bd</sup>	106.12 ± 26.15 <sup>ABcde</sup>	135.2 ± 29.42 <sup>ABab</sup>	172.76 ± 27.29 <sup>Abc</sup>

<sup>A-B</sup>Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden  $p<0.05$  düzeyinde farklıdır. <sup>a-e</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden  $p<0.05$  düzeyinde farklıdır. K0; kontrol örneği, E1; %1 elma posası, E3; %3 elma posası, K1; %1 kayısı posası, K3; %3 kayısı posası, Ş1; %1 şeftali posası, Ş3; %3 şeftali posası, Ü1; %1 üzüm posası, Ü3; %3 üzüm posası katkılı örnekleri temsil etmektedir.

Bunun yanı sıra yoğurdun reolojik özelliklerini etkileyen önemli parametrelerden biri de protein/polisakkarit oranıdır. Bu polisakkarit-protein etkileşimi, pH, iyonik kuvvet ve sıcaklık gibi çeşitli çevresel koşullara bağlı olabilmektedir. Protein ve polisakkarit arasındaki güçlü birleştirici etkileşimin oluşan komplekslerin çözünürlüğünü olumsuz yönde etkileyerek hidrasyon kapasitesinin azalmasına ve sonuç olarak viskozitesinin azalmasına neden olabileceğini bildirilmiştir (Schmitt ve Turgeon, 2011).

Genel olarak bakıldığında depolamanın sonuna doğru viskozite değerlerinde artış görülmektedir. Sendra ve ark., (2010) portakal yan ürünleri takviyesi ile yoğurdun viskozitesinin arttığını ve su absorpsiyon özelliklerinin geliştiğini bildirmişlerdir. Lee ve Lucey (2010), Abu-Jdayil ve Mohameed (2002) ve Isleten ve Karagül-Yüceer (2006), depolama süresi boyunca viskozitedeki artışın yapının iyileşmesi, yani proteinlerin yeniden düzenlenmesi ve daha fazla protein-protein etkileşimlerinin kurulması ile ilgili olabileceğini belirtmişlerdir. Marand ve ark., (2020) lif ve protein bileşiklerinin su tutma kapasitesini artırarak viskoz jellerin oluşumuna yol açabileceği ve sonuç olarak daha yüksek viskoziteleri teşvik edebileceğini bildirmiştir.



Şekil 4.16 Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Viskozite Değerleri (cP)

#### 4.2.9 Mikrobiyolojik Analizler

##### 4.2.9.1 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*

Meyve posası ilaveli probiyotik yoğurt örneklerine ait Laktobasil sayıları Çizelge 4.16 ve Şekil 4.17’de gösterilmektedir. Çizelge 4.16’den de görüldüğü gibi *Lb. bulgaricus* sayısı 7.78 ile 8.22 log kob/g arasında değişmiştir. Bu değerler genel olarak tüm probiyotik yoğurt örneklerinde *S. thermophilus* sayımlarından biraz daha düşük görülmüştür. Abdel-Hamid ve ark., (2020) benzer şekilde Laktobasil sayılarının Streptokok sayılarından daha düşük olduğunu bildirmiştir. Chouchouli ve ark., (2013), yoğurt üzerine yaptıkları çalışmada Laktobasil sayısını 3.46 ile 6.88 log kob/mL arasında tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada ise Laktobasil sayısının 7.8 ile 8.6 log kob/g arasında değiştiği bildirilmiştir (Göçer ve ark., 2016). Genel olarak bakıldığında

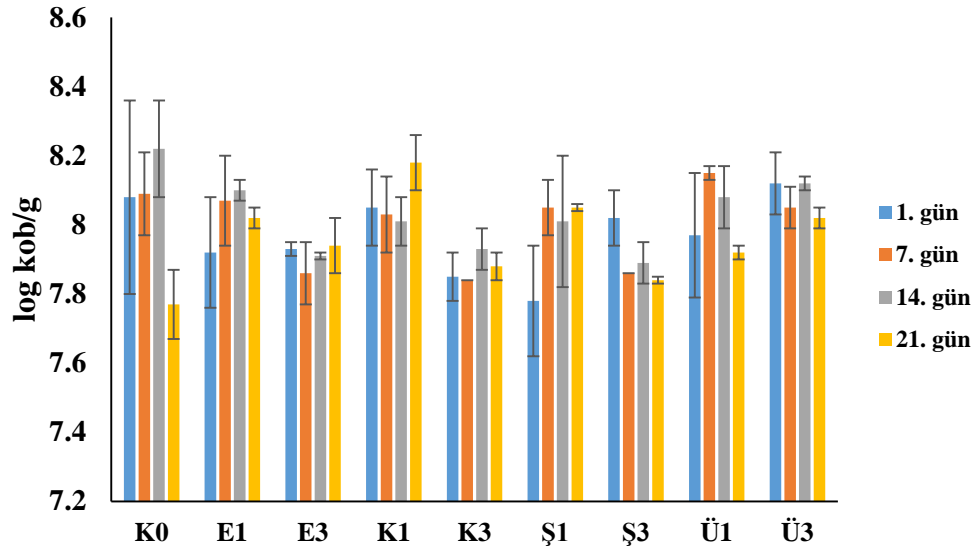
21 günlük depolama süresince örneklerin laktobasil sayılarında önemli bir değişim gözlenmemiştir. Bununla birlikte depolama sonunda kontrol örneğin laktobasil sayılarında bir miktar düşüş gözlenmiştir. Muniandy ve ark., (2017) çay ilave ettikleri yoğurtlarda Laktobasil sayısının kontrol örneğine kıyasla önemli derece değişim göstermediğini bildirmiştir. Göçer ve ark., (2016) ise depolama süresince probiyotik yoğurtta Laktobasil sayısının azaldığını belirtmiştir. Cruz ve ark., (2013) oligofruktoz eklenmesinin buzdolabında 28 günlük depolama süresi boyunca *Streptococcus thermophilus* veya *Lactobacillus bulgaricus*'un canlılığı üzerinde hiçbir etkisi olmadığını bulmuştur. Çalışmamızda posa ilaveli örneklerde depolama sonunda laktobasil sayılarında önemli bir düşüşün olmaması prebiyotik kaynak olarak meyve posalarının, hem fermentasyon sırasında hem de yoğurt depolaması sırasında laktobasil büyümesini etkilemiş olmasına bağlanabilir.

**Çizelge 4.16** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen *Lactobacillus bulgaricus* Sayıları (log kob/g)

Örnek	Depolama (gün)			
	1	7	14	21
K0	8.08 ± 0.28 <sup>Aa</sup>	8.09 ± 0.12 <sup>Aa</sup>	8.22 ± 0.14 <sup>Aa</sup>	7.77 ± 0.10 <sup>ABc</sup>
E1	7.92 ± 0.16 <sup>Aa</sup>	8.07 ± 0.13 <sup>Aa</sup>	8.10 ± 0.03 <sup>Aa</sup>	8.02 ± 0.03 <sup>Aab</sup>
E3	7.93 ± 0.02 <sup>Aa</sup>	7.86 ± 0.09 <sup>Aa</sup>	7.91 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	7.94 ± 0.08 <sup>Abc</sup>
K1	8.05 ± 0.11 <sup>Aa</sup>	8.03 ± 0.11 <sup>Aa</sup>	8.01 ± 0.07 <sup>Aa</sup>	8.18 ± 0.08 <sup>Aa</sup>
K3	7.85 ± 0.07 <sup>Aa</sup>	7.84 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	7.93 ± 0.06 <sup>Aa</sup>	7.88 ± 0.04 <sup>Abc</sup>
Ş1	7.78 ± 0.16 <sup>Aa</sup>	8.05 ± 0.08 <sup>Aa</sup>	8.01 ± 0.19 <sup>Aa</sup>	8.05 ± 0.01 <sup>Aab</sup>
Ş3	8.02 ± 0.08 <sup>Aa</sup>	7.86 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	7.89 ± 0.06 <sup>Aa</sup>	7.84 ± 0.01 <sup>Abc</sup>
Ü1	7.97 ± 0.18 <sup>Aa</sup>	8.15 ± 0.02 <sup>Aa</sup>	8.08 ± 0.09 <sup>Aa</sup>	7.92 ± 0.02 <sup>Abc</sup>
Ü3	8.12 ± 0.09 <sup>Aa</sup>	8.05 ± 0.06 <sup>Aa</sup>	8.12 ± 0.02 <sup>Aa</sup>	8.02 ± 0.03 <sup>Aab</sup>

<sup>A-B</sup>Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. <sup>a-c</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. K0; kontrol örneği, E1; %1 elma posası, E3; %3 elma posası, K1; %1 kayısı posası, K3; %3 kayısı posası, Ş1; %1 şeftali posası, Ş3; %3 şeftali posası, Ü1; %1 üzüm posası, Ü3; %3 üzüm posası katkılı örnekleri temsil etmektedir.





Şekil 4.17 Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen *Lactobacillus bulgaricus* Sayıları (log kob/g)

Çizelge 4.16'dan görüldüğü gibi posa çeşidi ve oranı depolama süresince *Lb. bulgaricus* sayılarını önemli oranda etkilememiştir. Depolama sonunda en düşük Laktobasil sayısı kontrol örneğinde tespit edilmiştir. Dört haftalık depolama sonucunda yoğurtlarda belirlenen laktobasil sayımı olması gereken 7 log kob/g değerinin üzerinde olup kodekse uygundur (Anonim, 2009).

#### 4.2.9.2 *Streptococcus thermophilus*

Meyve posası ilaveli probiyotik yoğurt örneklerine ait Streptokok sayıları Çizelge 4.17 ve Şekil 4.18'de verilmiştir. Çizelge 4.17'den de görüldüğü gibi *S. thermophilus* sayısı 8.19 ile 8.68 log kob/g arasında değişmiştir. Bununla beraber çalışmada Streptokok sayılarının Laktobasil sayılarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Ranadheera ve ark., (2012) keçi sütü ile yapılan probiyotik yoğurtlarda (*L. acidophilus* La-5, *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 and *Propionibacterium jensen*) *S. thermophilus*'un *L. bulgaricus*'a göre depolama süresince daha stabil olduğunu bildirmiştir.

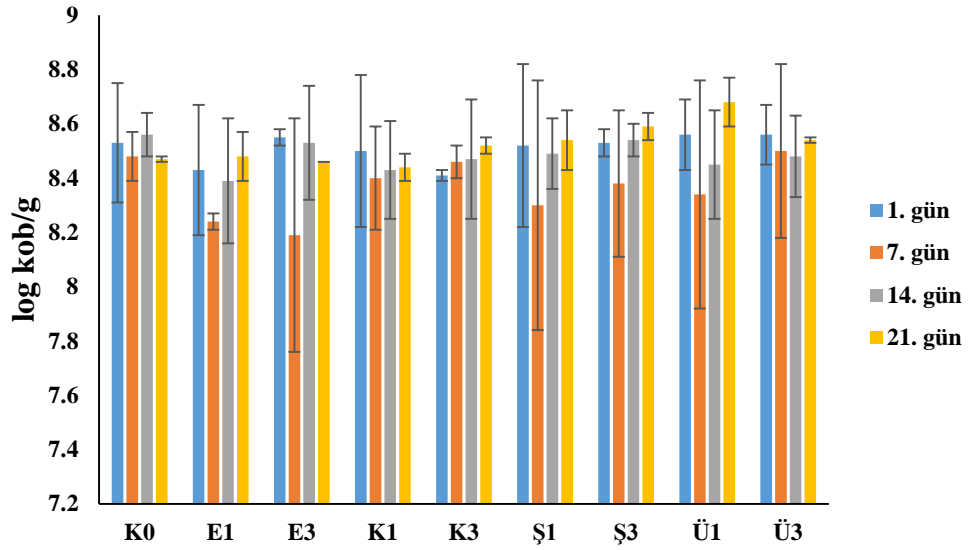
**Çizelge 4.17.** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen *Streptococcus thermophilus* Sayıları (log kob/g)

Örnek	Depolama (gün)			
	1	7	14	21
K0	8.53 ± 0.22 <sup>Aa</sup>	8.48 ± 0.09 <sup>Aa</sup>	8.56 ± 0.08 <sup>Aa</sup>	8.47 ± 0.01 <sup>Aa</sup>
E1	8.43 ± 0.24 <sup>Aa</sup>	8.24 ± 0.03 <sup>Aa</sup>	8.39 ± 0.23 <sup>Aa</sup>	8.48 ± 0.09 <sup>Aa</sup>
E3	8.55 ± 0.03 <sup>Aa</sup>	8.19 ± 0.43 <sup>Aa</sup>	8.53 ± 0.21 <sup>Aa</sup>	8.46 ± 0.00 <sup>Aa</sup>
K1	8.50 ± 0.28 <sup>Aa</sup>	8.40 ± 0.19 <sup>Aa</sup>	8.43 ± 0.18 <sup>Aa</sup>	8.44 ± 0.05 <sup>Aa</sup>
K3	8.41 ± 0.02 <sup>Aa</sup>	8.46 ± 0.06 <sup>Aa</sup>	8.47 ± 0.22 <sup>Aa</sup>	8.52 ± 0.03 <sup>Aa</sup>
Ş1	8.52 ± 0.30 <sup>Aa</sup>	8.30 ± 0.46 <sup>Aa</sup>	8.49 ± 0.13 <sup>Aa</sup>	8.54 ± 0.11 <sup>Aa</sup>
Ş3	8.53 ± 0.05 <sup>Aa</sup>	8.38 ± 0.27 <sup>Aa</sup>	8.54 ± 0.06 <sup>Aa</sup>	8.59 ± 0.05 <sup>Aa</sup>
Ü1	8.56 ± 0.13 <sup>Aa</sup>	8.34 ± 0.42 <sup>Aa</sup>	8.45 ± 0.20 <sup>Aa</sup>	8.68 ± 0.09 <sup>Aa</sup>
Ü3	8.56 ± 0.11 <sup>Aa</sup>	8.50 ± 0.32 <sup>Aa</sup>	8.48 ± 0.15 <sup>Aa</sup>	8.54 ± 0.01 <sup>Aa</sup>

<sup>A-B</sup>Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. <sup>a-b</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. K0; kontrol örneği, E1; %1 elma posası, E3; %3 elma posası, K1; %1 kayısı posası, K3; %3 kayısı posası, Ş1; %1 şeftali posası, Ş3; %3 şeftali posası, Ü1; %1 üzüm posası, Ü3; %3 üzüm posası katkılı örnekleri temsil etmektedir.

Posa çeşidi ve oranı depolama süresince *Streptococcus thermophilus* sayılarını önemli oranda etkilememiştir (p>0.05). Benzer şekilde, Najgebauer-Lejko (2014), yeşil çay konsantrasyonlarının (%10 ve %15) *S. thermophilus*'un canlılığını etkilemediğini bildirmiştir. 21 günlük depolama sonucunda yoğurtlarda belirlenen streptokok sayımı olması gereken 7 log kob/g değerinin üzerinde olup kodekse uygundur (Anonim, 2009). Çalışmamıza benzer şekilde Mani-López ve ark., (2014) 14 günlük depolama süresince probiyotik bakterilerin *S. thermophilus* canlılığını baskılamadığını ve *S. thermophilus* sayısında azalma olmadığını bildirmiştir.

Yine probiyotik yoğurda çarkıfelek meyvesi kabuğu tozu veya ananas kabuğu atığı tozu ilavesinin *S. thermophilus* sayıları üzerinde önemli bir etki göstermediği bildirilmiştir (do Espírito Santo ve ark., 2012a; do Espírito Santo ve ark., 2012b; Sah ve ark., 2016c). Aksine, başka bir çalışmada muz lifi veya elma lifi ilavesinin, *S. thermophilus* sayılarında önemli bir artış sergilediği belirtilmiştir (do Espírito Santo ve ark., 2012a).



**Şekil 4.18** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen *Streptococcus thermophilus* Sayıları (log kob/g)

#### 4.2.9.3 *Lactobacillus acidophilus* La5

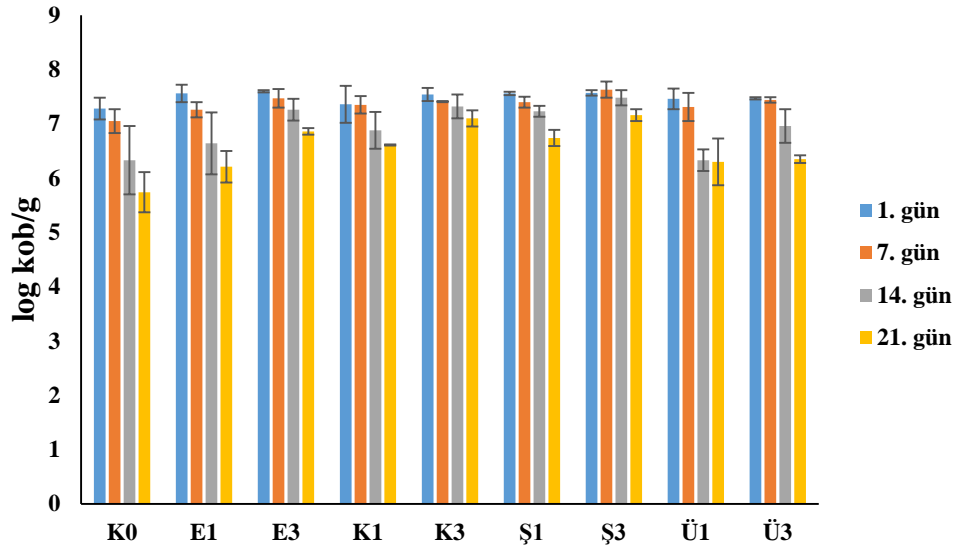
Meyve posası ilaveli yoğurtların 21 günlük depolama süresince *L. acidophilus* sayımı Çizelge 4.18 ve Şekil 4.19’de gösterilmiştir. Çizelge 4.18’den de görüldüğü gibi *L. acidophilus* sayıları 5.74 ile 7.60 log kob/g arasında değişmiştir. Depolamanın ilk günlerinde örneklerin *L. acidophilus* sayıları değişmezken depolamanın 14.gününde bir miktar azalmıştır. Depolamanın 7. gününden itibaren posa oranı yüksek olan örneklerin, posa oranı düşük olan örneklere kıyasla *L. acidophilus* sayılarında yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Güler-Akın ve ark., (2018) selüloz lifi ilaveli probiyotik yoğurt üzerine yaptıkları çalışmada benzer sonuçlar bildirmiştir. Depolamanın 21.gününde ise en belirgin kontrol örneğinde olmakla birlikte genel olarak belirgin bir düşüş görülmüştür ( $p < 0.05$ ). *L. acidophilus* sayısındaki azalmanın, yoğurt bakterilerinin *L. acidophilus* gelişimini baskılamasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Mortazavian ve ark., 2006). *L. acidophilus*’un canlılığını etkileyen en önemli faktör asitliktir. Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinin asitliğinin arttığı tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.18** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen *L. acidophilus* Sayıları (log kob/g)

Örnek	Depolama (gün)			
	1	7	14	21
K0	7.28 ± 0.20 <sup>Aa</sup>	7.05 ± 0.22 <sup>Ab</sup>	6.33 ± 0.63 <sup>ABb</sup>	5.74 ± 0.37 <sup>Bd</sup>
E1	7.56 ± 0.16 <sup>Aa</sup>	7.26 ± 0.14 <sup>Aab</sup>	6.64 ± 0.57 <sup>ABab</sup>	6.21 ± 0.29 <sup>Bcd</sup>
E3	7.60 ± 0.02 <sup>Aa</sup>	7.47 ± 0.17 <sup>Aa</sup>	7.26 ± 0.20 <sup>Aba</sup>	6.86 ± 0.06 <sup>Bab</sup>
K1	7.36 ± 0.34 <sup>Aa</sup>	7.35 ± 0.16 <sup>Aab</sup>	6.88 ± 0.34 <sup>ABab</sup>	6.61 ± 0.01 <sup>Babc</sup>
K3	7.54 ± 0.12 <sup>Aa</sup>	7.41 ± 0.01 <sup>Aab</sup>	7.32 ± 0.22 <sup>Aba</sup>	7.10 ± 0.15 <sup>Ba</sup>
Ş1	7.56 ± 0.03 <sup>Aa</sup>	7.40 ± 0.10 <sup>Aab</sup>	7.23 ± 0.10 <sup>Aba</sup>	6.74 ± 0.15 <sup>Babc</sup>
Ş3	7.57 ± 0.05 <sup>Aa</sup>	7.63 ± 0.15 <sup>Aa</sup>	7.48 ± 0.14 <sup>Aba</sup>	7.16 ± 0.11 <sup>Ba</sup>
Ü1	7.46 ± 0.19 <sup>Aa</sup>	7.31 ± 0.26 <sup>Aab</sup>	6.33 ± 0.20 <sup>Bb</sup>	6.30 ± 0.43 <sup>Bbc</sup>
Ü3	7.47 ± 0.02 <sup>Aa</sup>	7.44 ± 0.05 <sup>Aa</sup>	6.96 ± 0.31 <sup>Bab</sup>	6.35 ± 0.07 <sup>Cbc</sup>

<sup>A-C</sup>Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. <sup>a-d</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. K0; kontrol örneği, E1; %1 elma posası, E3; %3 elma posası, K1; %1 kayısı posası, K3; %3 kayısı posası, Ş1; %1 şeftali posası, Ş3; %3 şeftali posası, Ü1; %1 üzüm posası, Ü3; %3 üzüm posası katkılı örnekleri temsil etmektedir.

Depolama sonunda, tüm probiyotik yoğurtlarda canlı probiyotik bakteri sayılarının düşmesine rağmen, *L. acidophilus* sayılarının tüm numunelerde terapötik minimum eşiğin ( $10^6$ - $10^7$  log kob/g) üzerinde olduğu gözlemlenmiştir. Depolamanın sonunda K3 ve Ş3 örneklerinin daha yüksek *L. acidophilus* miktarına sahip olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara bakıldığında *L. acidophilus*'un kayısı ve şeftali posalarını probiyotik kaynak olarak diğer posalara kıyasla daha iyi olarak kullandığı düşünülebilir. Geraldı ve ark., (2018) 14 günlük depolamadan sonra, juçara pulpu içeren yoğurtların, juçara içermeyen yoğurtlar ile karşılaştırıldığında daha yüksek bir probiyotik popülasyona sahip olduğunu bildirmiştir.



**Şekil 4.19** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen *L. acidophilus* Sayıları (log kob/g)

do Espírito Santo ve ark., (2012) muz, elma veya çarkıfelek işleme yan ürünlerinden elde edilen toplam diyet lifinin yoğurtta probiyotik canlılığı arttırdığına dair benzer sonuçlar bildirmiştir. Sah ve ark., (2016) ananas posası ilavesinin, benzer bir şekilde yoğurttaki probiyotik organizmaların büyümesini desteklediğini bildirmiştir. Shori (2013), bitki bileşenlerinin süt ürünlerinde probiyotiklerin canlılığını arttırdığı bildirmiştir. Literatürdeki farklı çalışmalar, esas olarak pH ve prebiyotikler ve süt proteinleri gibi büyüme faktörlerinin varlığı veya yokluğu nedeniyle inokulum konsantrasyonuna, fermentasyon süresine ve gıdanın bileşimine bağlı olarak *L. acidophilus*'un canlılığının değişken olduğunu göstermiştir (Helland ve ark., 2004).

Bununla birlikte bu sonuçlar, çeşitli sağlık yararları sağlamanın yanı sıra, probiyotikler için prebiyotikler olarak hareket edebileceğinden, diyet lifinin yoğurda dahil edilmesinin faydalı olacağını göstermektedir (Bhat ve ark., 2017).

#### 4.2.9.4 Maya ve Küf

Yoğurt örneklerinde yaptığımız sayımlarda depolamanın 1, 7 ve 14. günlerinde maya ve küfe rastlanmamıştır. Depolamanın 21. gününde ise %3 üzüm posası katkılı örnekte (Ü3) küflenme olduğu gözlemlenmiştir ancak bu değer Türk Gıda Kodeksi fermente Süt Ürünleri Tebliğinde meyveli yoğurt için belirtilen limiti aşmadığı görülmektedir (en fazla  $10^3$  kob/g-ml).

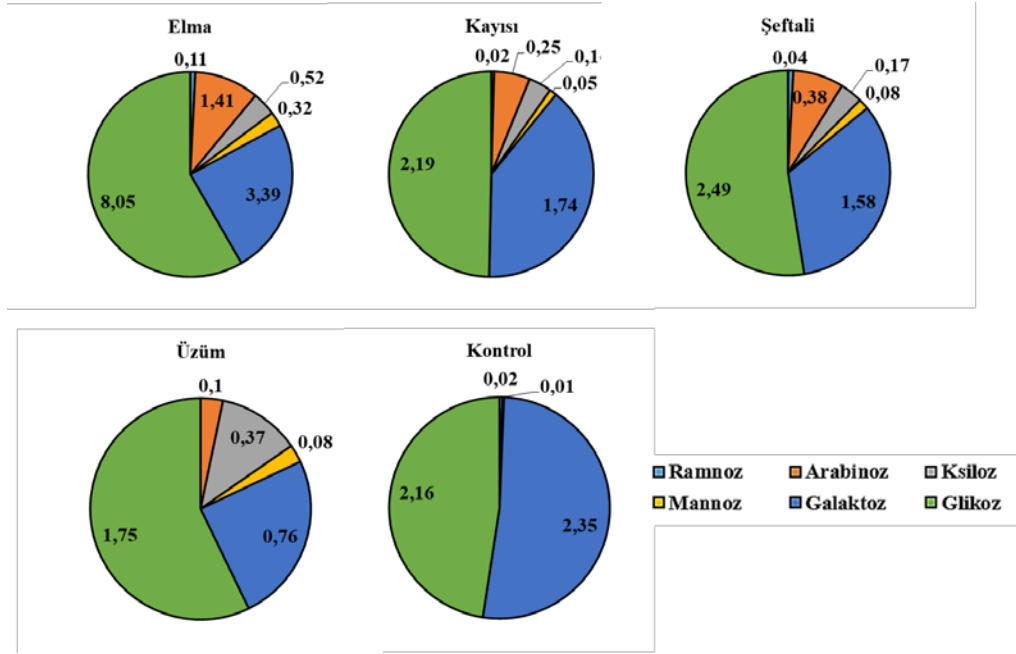
#### 4.2.10 Meyve Posası İlaveli Probiyotik Yoğurt örneklerinden Elde Edilen Diyet Liflerinin Monosakkarit Bileşimi

Probiyotik yoğurt örneklerinde diyet lifi ekstraksiyonu %3 posa ilaveli yoğurtlardan yapılmıştır. Çizelge 4.19 yoğurt örneklerinin monosakkarit bileşimini, Çizelge 4.20 ise meyve posası diyet lifleri ile yoğurttan elde edilen diyet liflerin karşılaştırmasını göstermektedir. Yoğurttan elde edilen diyet liflerinde gözlenen ana monosakkarit glikoz olarak tespit edilmiştir, ardından galaktoz gelmiştir. Glikoz ve galaktoz en yüksek elma diyet lifinde en düşük ise üzüm diyet lifinde tespit edilmiştir. Çizelge 4.19 incelendiğinde şeftali posası liflerinin monosakkarit bileşiminin yoğurttan elde edilen liflere göre daha yüksek oranda olduğu görülmüştür. Yoğurt liflerinin posa liflerinden daha yüksek oranda galaktoz içerdiği dikkat çekmektedir. Posa diyet liflerinin üronik asit miktarı yoğurt liflerine oranla daha yüksek tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.19** Meyve Posası İlaveli Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Monosakkarit Bileşimi (%)

Yoğurt (%3)	Elma	Kayısı	Şeftali	Üzüm	Kontrol
Ramnoz	0.11 ± 0.05 <sup>A</sup>	0.02 ± 0.02 <sup>A</sup>	0.04 ± 0.07 <sup>A</sup>	-	0.02 ± 0.01 <sup>A</sup>
Arabinoz	1.41 ± 0.47 <sup>A</sup>	0.25 ± 0.09 <sup>B</sup>	0.38 ± 0.35 <sup>AB</sup>	0.1 ± 0.04 <sup>B</sup>	-
Ksiloz	0.52 ± 0.12 <sup>A</sup>	0.16 ± 0.08 <sup>A</sup>	0.17 ± 0.14 <sup>A</sup>	0.37 ± 0.39 <sup>A</sup>	-
Mannoz	0.32 ± 0.09 <sup>A</sup>	0.05 ± 0.01 <sup>B</sup>	0.08 ± 0.07 <sup>B</sup>	0.08 ± 0.06 <sup>B</sup>	0.01 ± 0.01 <sup>B</sup>
Galaktoz	3.39 ± 1.22 <sup>A</sup>	1.74 ± 0.45 <sup>AB</sup>	1.58 ± 1.08 <sup>AB</sup>	0.76 ± 0.12 <sup>B</sup>	2.35 ± 0.28 <sup>AB</sup>
Glikoz	8.05 ± 2.35 <sup>A</sup>	2.19 ± 0.62 <sup>B</sup>	2.49 ± 1.76 <sup>B</sup>	1.75 ± 0.32 <sup>B</sup>	2.16 ± 0.28 <sup>B</sup>
ÜA (GalA+GlcA)	4.1 ± 0.42 <sup>A</sup>	3.75 ± 0.02 <sup>AB</sup>	3.07 ± 0.22 <sup>B</sup>	2.09 ± 0.07 <sup>C</sup>	0.3 ± 0.05 <sup>D</sup>

<sup>A-D</sup>Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden  $p < 0.05$  düzeyinde farklıdır. ÜA: üronik asit, GalA: Galakturonik asit, GlcA: Glukuronik asit.



Şekil 4.20 Meyve Posası İlevli Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Monosakkarit Bileşimi (%)

Çizelge 4.20 Meyve Posası ve Yoğurt Diyet Liflerinin Monosakkarit Bileşimlerinin Karşılaştırılması

Yoğurt %3	Ramnoz	Arabinoz	Ksiloz	Mannoz	Galaktoz	Glikoz	ÜA (GalA+GlcA)
Elma	0.11 ± 0.05 <sup>B</sup>	1.41 ± 0.47 <sup>B</sup>	0.52 ± 0.12 <sup>B</sup>	0.32 ± 0.09 <sup>AB</sup>	3.39 ± 1.22 <sup>A</sup>	8.05 ± 2.35 <sup>AB</sup>	4.10 ± 0.42 <sup>C</sup>
Kayısı	0.02 ± 0.02 <sup>B</sup>	0.25 ± 0.09 <sup>C</sup>	0.16 ± 0.08 <sup>B</sup>	0.05 ± 0.01 <sup>B</sup>	1.74 ± 0.45 <sup>AB</sup>	2.19 ± 0.62 <sup>C</sup>	3.75 ± 0.02 <sup>CD</sup>
Şeftali	0.04 ± 0.07 <sup>B</sup>	0.38 ± 0.35 <sup>C</sup>	0.17 ± 0.14 <sup>B</sup>	0.08 ± 0.07 <sup>B</sup>	1.58 ± 1.08 <sup>AB</sup>	2.49 ± 1.76 <sup>BC</sup>	3.07 ± 0.22 <sup>D</sup>
Üzüm	-	0.10 ± 0.04 <sup>C</sup>	0.37 ± 0.39 <sup>B</sup>	0.08 ± 0.06 <sup>B</sup>	0.76 ± 0.12 <sup>B</sup>	1.75 ± 0.32 <sup>C</sup>	2.09 ± 0.07 <sup>E</sup>
Kontrol	0.02 ± 0.01 <sup>B</sup>	-	-	0.01 ± 0.01 <sup>B</sup>	2.35 ± 0.28 <sup>AB</sup>	2.16 ± 0.28 <sup>C</sup>	0.30 ± 0.05 <sup>F</sup>
SÇ+SÇM	Ramnoz	Arabinoz	Ksiloz	Mannoz	Galaktoz	Glikoz	ÜA (GalA+GlcA)
Elma	0.03 ± 0.01 <sup>B</sup>	0.40 ± 0.03 <sup>C</sup>	0.17 ± 0.02 <sup>B</sup>	0.08 ± 0.01 <sup>B</sup>	0.26 ± 0.00 <sup>B</sup>	2.03 ± 0.12 <sup>C</sup>	10.34 ± 0.70 <sup>A</sup>
Kayısı	-	0.16 ± 0.08 <sup>C</sup>	0.11 ± 0.05 <sup>B</sup>	0.02 ± 0.02 <sup>B</sup>	0.08 ± 0.05 <sup>B</sup>	0.75 ± 0.33 <sup>C</sup>	8.15 ± 0.28 <sup>AB</sup>
Şeftali	0.27 ± 0.00 <sup>A</sup>	2.81 ± 0.33 <sup>A</sup>	1.40 ± 0.18 <sup>A</sup>	0.47 ± 0.02 <sup>A</sup>	1.48 ± 0.09 <sup>AB</sup>	8.35 ± 0.22 <sup>A</sup>	8.27 ± 1.32 <sup>AB</sup>
Üzüm	0.05 ± 0.04 <sup>B</sup>	0.27 ± 0.15 <sup>C</sup>	0.36 ± 0.00 <sup>B</sup>	0.28 ± 0.22 <sup>AB</sup>	0.32 ± 0.20 <sup>B</sup>	4.98 ± 3.05 <sup>ABC</sup>	5.68 ± 0.40 <sup>B</sup>

<sup>A-D</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

#### 4.2.11 *İn-vitro* Fekal Fermentasyon Süresince Yoğurt Örneklerinden Elde Edilen Diyet Liflerinde pH Değişimi ve Kolonik Mikrobiyal Metabolitlerin (SCFA ve BCFA) Üretimi

SCFA'lar, yani asetat, bütirat ve propiyonat, diyet lifi fermentasyonu sonucunda kolonik mikrobiyota tarafından üretilen ana metabolitlerdir. Kolonun pH'ını düşürerek patojenik bakterilerin büyümesini engelledikleri için konak sağlığı için fizyolojik olarak önemlidirler (Slavin, 2013).

Çalışmada *in vitro* fermentasyonda pH ve SCFA bileşimi 0, 6, 12, 24 saatlerde ölçülmüştür. Pozitif kontrol olarak hızlı fermente edilen bir disakkarit olan laktuloz (fruktoz+galaktoz) kullanılmıştır. Negatif herhangi bir substrat içermemektedir.

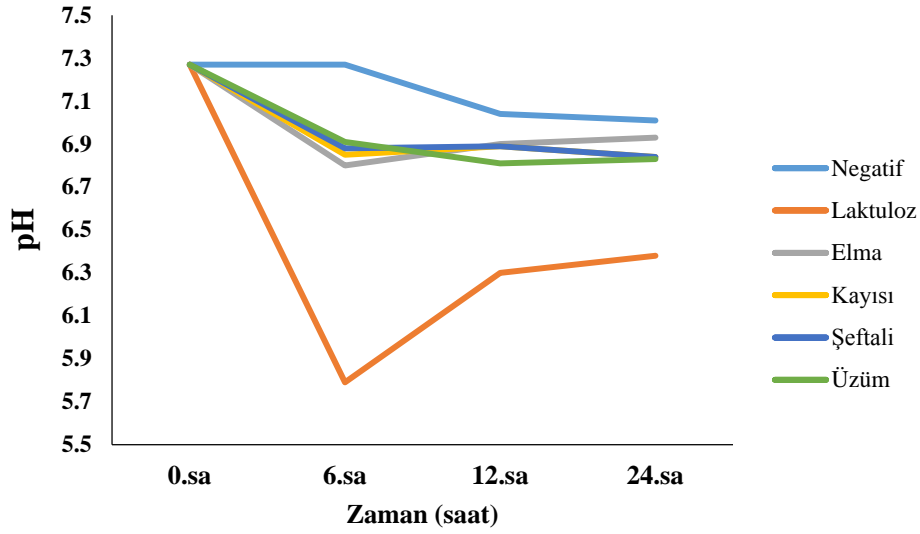
Yoğurt örneklerinden elde edilen diyet liflerinin *in-vitro* fermentasyonu süresince pH değişimi Çizelge 4.21 ve Şekil 4.21'de gösterilmektedir. Çizelge incelendiğinde tüm örnekler ve laktuloz için ilk 6 saat boyunca pH'da bir düşüş gözlenmekle birlikte en yüksek pH düşüşü laktuloz için tespit edilmiştir. Laktuloz pozitif kontrolü dışında, tüm diyet lifleri, zaman süreci boyunca 6.0'luk bir pH'ın üzerinde kalmıştır. Bu düşüşün ardından, pH değerlerinde fermentasyonun sonuna kadar önemli bir değişiklik gözlemlenmemiştir.

**Çizelge 4.21** Yoğurt Diyet Liflerinin Kolonik *İn-vitro* Fekal Fermentasyon Süresince pH Değişimi

Diyet Lifi		0.sa	6.sa	12.sa	24.sa
YOĞURT %3	Negatif	7.27 ± 0.03 <sup>a</sup>	7.27 ± 0.21 <sup>Aa</sup>	7.04 ± 0.04 <sup>Aa</sup>	7.01 ± 0.19 <sup>Aa</sup>
	Laktuloz		5.79 ± 0.03 <sup>Cb</sup>	6.30 ± 0.23 <sup>Bab</sup>	6.38 ± 0.21 <sup>Ba</sup>
	Elma		6.80 ± 0.04 <sup>Ba</sup>	6.90 ± 0.11 <sup>Aa</sup>	6.93 ± 0.22 <sup>Aa</sup>
	Kayısı		6.85 ± 0.05 <sup>Ba</sup>	6.89 ± 0.09 <sup>Aa</sup>	6.84 ± 0.16 <sup>Aa</sup>
	Şeftali		6.88 ± 0.04 <sup>Ba</sup>	6.89 ± 0.13 <sup>Aa</sup>	6.84 ± 0.09 <sup>Aa</sup>
	Üzüm		6.91 ± 0.01 <sup>Ba</sup>	6.81 ± 0.04 <sup>Aa</sup>	6.83 ± 0.07 <sup>Aa</sup>

<sup>A-C</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. <sup>a-b</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. Laktuloz, hızlı fermente olan bir karşılaştırıcı olarak kullanılmıştır. Negatif, herhangi bir substrat içermemektedir.





**Şekil 4.21** Yoğurt Diyet Liflerinin Kolonik *İn-vitro* Fekal Fermentasyon Süresince pH Değişimi

*İn-vitro* fermentasyon süresince oluşan kısa zincirli yağ asitleri miktarı Çizelge 4.22’de gösterilmektedir. Çizelgeden de görüldüğü gibi fermentasyonun 6. saati sonunda en yüksek asetat üretimi laktuloz dan sonra elma posası diyet liflerinde en düşük ise üzüm posası diyet liflerinde gözlenmiştir. Asetat üretimi fermentasyon süresince aşamalı olarak artmıştır. Fermentasyon sonunda elma, kayısı ve şeftali posaları benzer miktarda asetat üretmişlerdir. Bütirat miktarı asetat miktarına benzer şekilde en yüksek elma posası lifleri en düşük ise üzüm posası liflerinde tespit edilmiştir. Yoğurt örneklerinden elde edilen diyet lifleri ile posa diyet liflerinin kısa zincirli yağ asitleri miktarının birbirine benzer olduğu gözlemlenmiştir. Fermentasyonun 6. saati sonunda propiyonat miktarı laktuloz ile beraber en yüksek elma posası liflerinde görülmekle birlikte diğer posa diyet lifleri arasında önemli farklılıklar olmamıştır.

Çizelge 4.23 yoğurt ve posalardan elde edilen diyet liflerinin *in-vitro* fermentasyon süresince oluşturdukları BCFA (iso-bütirat ve iso-valerat) miktarını göstermektedir. İso-bütirat miktarı en yüksek negatif, en düşük laktulozda görülmekle birlikte posa diyet lifleri arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. İso-valerat miktarı ise en yüksek elma diyet lifi ve negatif de görülmekle birlikte en düşük laktulozda tespit edilmiştir. Bununla birlikte diğer posa diyet lifi çeşitleri arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Diyet lifinin konakçıya faydaları ve mikrobiyal fermantasyon ile metabolit üretimi, hem lif tipine hem de konağın yerleşik mikrobiyotasına bağlıdır (Tuncil ve ark., 2017). Çözünmeyen substratların fermantasyonu, mikrobiyota için fiziksel habitatlar sağlayabilir ve/veya potansiyel olarak bazı daha yavaş büyüyen bakteri popülasyonlarının büyümesini destekleyerek mikrobiyal çeşitliliği artırabilir. Diyet lifinin mikrobiyal kullanımının, bitki kaynağı, şeker tipi, bağlantı tipleri, zincir uzunluğu, parçacık boyutu, anomerler, epimerler ve diğer bileşiklerle birleşme gibi birbiriyle ilişkili birçok yapısal değişkene bağlı olduğu düşünülmektedir (Hamaker ve Tuncil, 2014).

**Çizelge 4.22** Kolonik *İn-vitro* Fekal Fermentasyon Süresince Posa ve Yoğurt Diyet Liflerinde Oluşan SCFA Miktarı (mM)

			0	6	12	24	
Asetat	SÇ+SÇM	Elma		34.98 ± 2.03 <sup>Cb</sup>	72.94 ± 0.70 <sup>Bb</sup>	83.66 ± 4.49 <sup>Ab</sup>	
		Kayısı		30.93 ± 0.03 <sup>Cbc</sup>	66.83 ± 1.34 <sup>Bcd</sup>	81.26 ± 4.75 <sup>Abc</sup>	
		Şeftali		28.84 ± 0.03 <sup>Cbc</sup>	69.06 ± 0.06 <sup>Bbc</sup>	79.29 ± 0.29 <sup>Abc</sup>	
		Üzüm		22.84 ± 9.13 <sup>Cc</sup>	64.42 ± 3.80 <sup>Bd</sup>	76.85 ± 1.00 <sup>Abc</sup>	
	Yoğurt	Elma		30.39 ± 0.44 <sup>Cbc</sup>	58.50 ± 2.98 <sup>Bb</sup>	83.11 ± 3.62 <sup>Ab</sup>	
		Kayısı		28.87 ± 2.83 <sup>Cbc</sup>	57.62 ± 1.09 <sup>Bb</sup>	70.24 ± 10.11 <sup>Ab</sup>	
		Şeftali		27.84 ± 2.47 <sup>Cbc</sup>	58.65 ± 2.94 <sup>Bb</sup>	77.98 ± 0.74 <sup>Ab</sup>	
		Üzüm		25.45 ± 0.04 <sup>Cc</sup>	53.23 ± 1.11 <sup>Bc</sup>	74.57 ± 14.63 <sup>Abc</sup>	
		Kontrol		25.86 ± 4.65 <sup>Bbc</sup>	58.42 ± 0.45 <sup>Ab</sup>	66.61 ± 1.86 <sup>Ac</sup>	
	Laktuloz		57.86 ± 3.91 <sup>Ca</sup>	85.48 ± 0.09 <sup>Ba</sup>	101.22 ± 5.08 <sup>Aa</sup>		
	Negatif		7.72 ± 0.05 <sup>D</sup>	19.12 ± 5.09 <sup>Cc</sup>	48.90 ± 1.08 <sup>Bbc</sup>	65.22 ± 2.11 <sup>Ac</sup>	
	Bütirat	SÇ+SÇM	Elma		5.61 ± 0.27 <sup>Cb</sup>	14.36 ± 0.09 <sup>Bb</sup>	19.65 ± 1.18 <sup>Ab</sup>
			Kayısı		4.26 ± 0.03 <sup>Cbc</sup>	12.47 ± 0.13 <sup>Bc</sup>	17.67 ± 0.9 <sup>Abc</sup>
Şeftali				4.15 ± 0.07 <sup>Cbc</sup>	12.91 ± 0.32 <sup>Bc</sup>	16.95 ± 0.13 <sup>Ac</sup>	
Üzüm				3.48 ± 1.45 <sup>Cc</sup>	12.97 ± 0.12 <sup>Bc</sup>	16.33 ± 0.01 <sup>Ac</sup>	
Yoğurt		Elma		5.79 ± 0.07 <sup>Cb</sup>	15.18 ± 0.88 <sup>Bb</sup>	23.92 ± 1.19 <sup>Ab</sup>	
		Kayısı		5.52 ± 0.65 <sup>Bbc</sup>	15.26 ± 0.02 <sup>Ab</sup>	19.82 ± 2.94 <sup>Ac</sup>	
		Şeftali		5.23 ± 0.54 <sup>Cbc</sup>	14.67 ± 0.36 <sup>Bb</sup>	21.5 ± 0.19 <sup>Abc</sup>	
		Üzüm		4.71 ± 0.16 <sup>Cc</sup>	13.16 ± 0.74 <sup>Bc</sup>	20.03 ± 4.37 <sup>Ac</sup>	
		Kontrol		4.32 ± 0.64 <sup>Cc</sup>	13.05 ± 0.02 <sup>Bc</sup>	17.18 ± 0.52 <sup>Ad</sup>	
Laktuloz			7.56 ± 0.43 <sup>Ca</sup>	20.05 ± 0.19 <sup>Ba</sup>	25.66 ± 0.83 <sup>Aa</sup>		
Negatif			1.04 ± 0 <sup>D</sup>	2.27 ± 0.7 <sup>Cd</sup>	9.72 ± 0.03 <sup>Bd</sup>	13.84 ± 0.76 <sup>Ae</sup>	
Propiyonat		SÇ+SÇM	Elma		10.03 ± 0.24 <sup>Ca</sup>	19.48 ± 0.12 <sup>Bab</sup>	24.57 ± 1.21 <sup>Aa</sup>
			Kayısı		8.57 ± 0.2 <sup>Cab</sup>	20.42 ± 0.09 <sup>Ba</sup>	24.2 ± 1.25 <sup>Aa</sup>
	Şeftali			7.99 ± 0.01 <sup>Cab</sup>	20.93 ± 0.18 <sup>Ba</sup>	22.73 ± 0.06 <sup>Aab</sup>	
	Üzüm			7.42 ± 2.62 <sup>Bc</sup>	20.05 ± 1.21 <sup>Aab</sup>	22.28 ± 0.15 <sup>Aab</sup>	
	Yoğurt	Elma		9.65 ± 0.13 <sup>Cab</sup>	20.39 ± 1.37 <sup>Ba</sup>	27.27 ± 1.42 <sup>Aa</sup>	
		Kayısı		9.06 ± 1.30 <sup>Bab</sup>	20.60 ± 0.12 <sup>Aa</sup>	23.33 ± 3.19 <sup>Aab</sup>	
		Şeftali		8.60 ± 0.42 <sup>Cbc</sup>	19.69 ± 0.88 <sup>Bab</sup>	25.47 ± 0.5 <sup>Aab</sup>	
		Üzüm		7.82 ± 0.16 <sup>Ccd</sup>	17.8 ± 0.87 <sup>Bcd</sup>	23.55 ± 4.83 <sup>Aab</sup>	
		Kontrol		7.39 ± 1.08 <sup>Ccd</sup>	18.71 ± 0.17 <sup>Bc</sup>	21.7 ± 0.51 <sup>Ab</sup>	
	Laktuloz		10.18 ± 0.61 <sup>Ca</sup>	16.35 ± 0.02 <sup>Bcd</sup>	21.99 ± 2.31 <sup>Ab</sup>		
	Negatif		1.28 ± 0.02 <sup>D</sup>	6.04 ± 1.38 <sup>Cd</sup>	14.56 ± 0.54 <sup>Bd</sup>	18.67 ± 0.7 <sup>Ac</sup>	

<sup>A-C</sup>Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. <sup>a-e</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. SÇ: suda çözünen diyet lifi, SÇM: suda çözünmeyen diyet lifi, SÇ+SÇM: suda çözünen ve çözünmeyen diyet liflerinin karışımı. Laktuloz, hızlı fermente olan bir karşılaştırıcı olarak kullanılmıştır. Negatif, herhangi bir substrat içermemektedir.

**Çizelge 4.23** Kolonik *İn-vitro* Fekal Fermentasyon Süresince Posa ve Yoğurt Diyet Liflerinde Oluşan BCFA Miktarı (mM)

		iso-bütirat			
		0	6	12	24
SÇ+SÇM	Elma		0.44 ± 0.01 <sup>Ca</sup>	1.59 ± 0.20 <sup>Bd</sup>	3.96 ± 0.19 <sup>Aab</sup>
	Kayısı		0.42 ± 0.00 <sup>Cab</sup>	2.29 ± 0.23 <sup>Bc</sup>	4.20 ± 0.13 <sup>Aab</sup>
	Şeftali		0.43 ± 0.00 <sup>Cab</sup>	3.05 ± 0.28 <sup>Bb</sup>	4.07 ± 0.02 <sup>Aab</sup>
	Üzüm		0.34 ± 0.08 <sup>Cc</sup>	3.37 ± 0.04 <sup>Bab</sup>	4.06 ± 0.02 <sup>Aab</sup>
Yoğurt	Elma		0.50 ± 0.00 <sup>Ca</sup>	3.26 ± 0.39 <sup>Bab</sup>	5.41 ± 0.29 <sup>Aa</sup>
	Kayısı		0.50 ± 0.01 <sup>Ba</sup>	3.76 ± 0.51 <sup>Aa</sup>	4.82 ± 0.65 <sup>Aab</sup>
	Şeftali		0.50 ± 0.06 <sup>Ca</sup>	3.32 ± 0.06 <sup>Bab</sup>	5.26 ± 0.06 <sup>Aa</sup>
	Üzüm		0.49 ± 0.01 <sup>Ba</sup>	3.43 ± 0.11 <sup>Aab</sup>	4.94 ± 1.00 <sup>Aab</sup>
	Kontrol		0.45 ± 0.04 <sup>Ca</sup>	3.13 ± 0.48 <sup>Bab</sup>	4.67 ± 0.11 <sup>Aab</sup>
	Laktuloz		0.36 ± 0.02 <sup>Bbc</sup>	0.59 ± 0.01 <sup>Be</sup>	2.45 ± 1.55 <sup>Ac</sup>
	Negatif	0.27 ± 0.01 <sup>C</sup>	0.43 ± 0.05 <sup>Cab</sup>	2.92 ± 0.15 <sup>Bb</sup>	4.79 ± 0.16 <sup>Aab</sup>
		iso-valerat			
		0	6	12	24
SÇ+SÇM	Elma		0.85 ± 0.04 <sup>Cabc</sup>	3.59 ± 0.47 <sup>Bd</sup>	6.81 ± 0.32 <sup>Ac</sup>
	Kayısı		0.81 ± 0.01 <sup>Cabcd</sup>	4.84 ± 0.26 <sup>Bc</sup>	7.31 ± 0.27 <sup>Abc</sup>
	Şeftali		0.79 ± 0.01 <sup>Bbcd</sup>	6.10 ± 0.34 <sup>Ab</sup>	6.99 ± 0.02 <sup>Ac</sup>
	Üzüm		0.62 ± 0.22 <sup>Bde</sup>	6.64 ± 0.01 <sup>Aab</sup>	7.08 ± 0.24 <sup>Ac</sup>
Yoğurt	Elma		0.99 ± 0.00 <sup>Cabc</sup>	6.80 ± 0.54 <sup>Bab</sup>	9.67 ± 0.56 <sup>Aa</sup>
	Kayısı		1.01 ± 0.03 <sup>Ba</sup>	7.43 ± 0.49 <sup>Aa</sup>	8.57 ± 1.19 <sup>Aabc</sup>
	Şeftali		1.00 ± 0.14 <sup>Ca</sup>	6.89 ± 0.15 <sup>Bab</sup>	9.47 ± 0.06 <sup>Aab</sup>
	Üzüm		0.97 ± 0.04 <sup>Babc</sup>	6.71 ± 0.34 <sup>Bab</sup>	8.80 ± 1.85 <sup>Aabc</sup>
	Kontrol		0.83 ± 0.07 <sup>Cabcd</sup>	6.39 ± 0.69 <sup>Bb</sup>	8.23 ± 0.21 <sup>Aabc</sup>
	Laktuloz		0.56 ± 0.03 <sup>Ce</sup>	1.19 ± 0.06 <sup>Be</sup>	4.30 ± 2.02 <sup>Ad</sup>
	Negatif	0.41 ± 0.06 <sup>C</sup>	0.79 ± 0.07 <sup>Ccd</sup>	6.08 ± 0.11 <sup>Bb</sup>	8.52 ± 0.28 <sup>Aabc</sup>

<sup>A-C</sup>Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. <sup>a-e</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. SÇ+SÇM: suda çözünen ve çözünmeyen diyet liflerinin karışımı. Laktuloz, hızlı fermente olan bir karşılaştırıcı olarak kullanılmıştır. Negatif, herhangi bir substrat içermemektedir.

## 4.2.12 Duyusal Değerlendirme

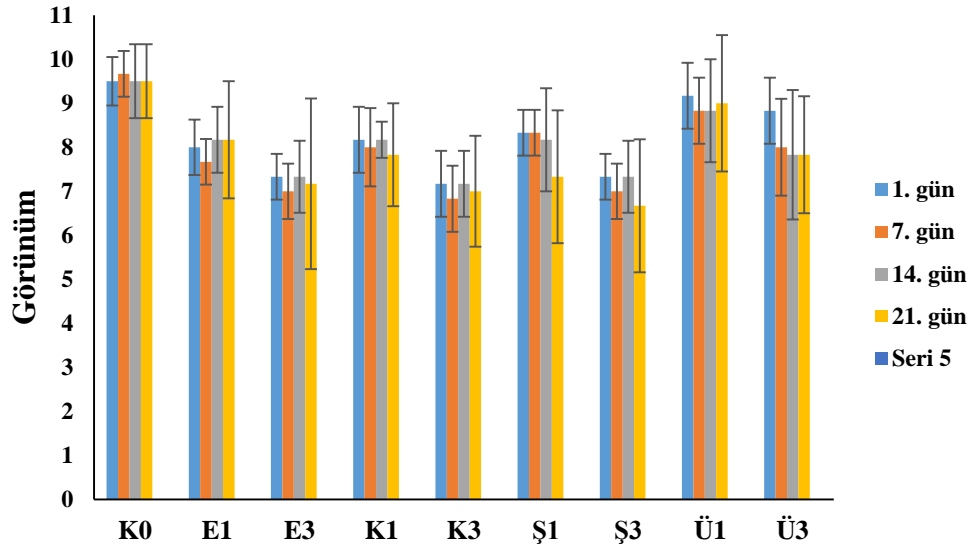
### 4.2.12.1 Görünüm

Gıdada görünüm önemli bir özelliktir; tüketiciler tarafından algılanan ilk özelliktir ve bu nedenle genellikle tüketicinin tercihini etkilemektedir. Görünüm puanları panelistler tarafından ilk bakışta renk ve sineresiz gibi yapısal kusur gibi kriterlere göre değerlendirilerek verilmiştir. Soğuk depolama süresi boyunca numunelerin görünüm değerleri Çizelge 4.24 ve Şekil 4.22’de sunulmuştur. Depolamanın ilk gününde görünüm değerlerinde en yüksek puanı kontrol örnekten sonra üzüm posası ilaveli örnekler almış en düşük puanı ise %3 kayısı, şeftali ve elma posası ilaveli örnekler almıştır. Depolama süresince yoğurt örneklerinin görünüm puanları önemli düzeyde değişmediği tespit edilmiştir. Depolama sonunda ise yine en yüksek görünüm puanını kontrol örnek alırken bunu Ü1 ve E1 örneği takip etmiştir, en düşük görünüm puanı ise K3 ve Ş3 örneklerinde tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.24** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Görünüm Puanları

Örnek	Depolama (gün)			
	1	7	14	21
K0	9.50 ± 0.55 <sup>Aa</sup>	9.67 ± 0.52 <sup>Aa</sup>	9.50 ± 0.84 <sup>Aa</sup>	9.50 ± 0.84 <sup>Aa</sup>
E1	8.00 ± 0.63 <sup>Abc</sup>	7.67 ± 0.52 <sup>Abcd</sup>	8.17 ± 0.75 <sup>Aab</sup>	8.17 ± 1.33 <sup>Aab</sup>
E3	7.33 ± 0.52 <sup>Ac</sup>	7.00 ± 0.63 <sup>Accd</sup>	7.33 ± 0.82 <sup>Ab</sup>	7.17 ± 1.94 <sup>Abc</sup>
K1	8.17 ± 0.75 <sup>Abc</sup>	8.00 ± 0.89 <sup>Abcd</sup>	8.17 ± 0.41 <sup>Aab</sup>	7.83 ± 1.17 <sup>Aabc</sup>
K3	7.17 ± 0.75 <sup>Ac</sup>	6.83 ± 0.75 <sup>Ad</sup>	7.17 ± 0.75 <sup>Ab</sup>	7.00 ± 1.26 <sup>Ac</sup>
Ş1	8.33 ± 0.52 <sup>Aabc</sup>	8.33 ± 0.52 <sup>Aabc</sup>	8.17 ± 1.17 <sup>Aab</sup>	7.33 ± 1.51 <sup>Abc</sup>
Ş3	7.33 ± 0.52 <sup>Ac</sup>	7.00 ± 0.63 <sup>Accd</sup>	7.33 ± 0.82 <sup>Aab</sup>	6.67 ± 1.51 <sup>Ac</sup>
Ü1	9.17 ± 0.75 <sup>Aab</sup>	8.83 ± 0.75 <sup>Aab</sup>	8.83 ± 1.17 <sup>Aab</sup>	9.00 ± 1.55 <sup>Aab</sup>
Ü3	8.83 ± 0.75 <sup>Aab</sup>	8.00 ± 1.10 <sup>Abcd</sup>	7.83 ± 1.47 <sup>Aab</sup>	7.83 ± 1.33 <sup>Aabc</sup>

<sup>A-B</sup>Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. <sup>a-d</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. K0; kontrol örneği, E1; %1 elma posası, E3; %3 elma posası, K1; %1 kayısı posası, K3; %3 kayısı posası, Ş1; %1 şeftali posası, Ş3; %3 şeftali posası, Ü1; %1 üzüm posası, Ü3; %3 üzüm posası katkılı örnekleri temsil etmektedir.



Şekil 4.22 Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Görünüm Puanları

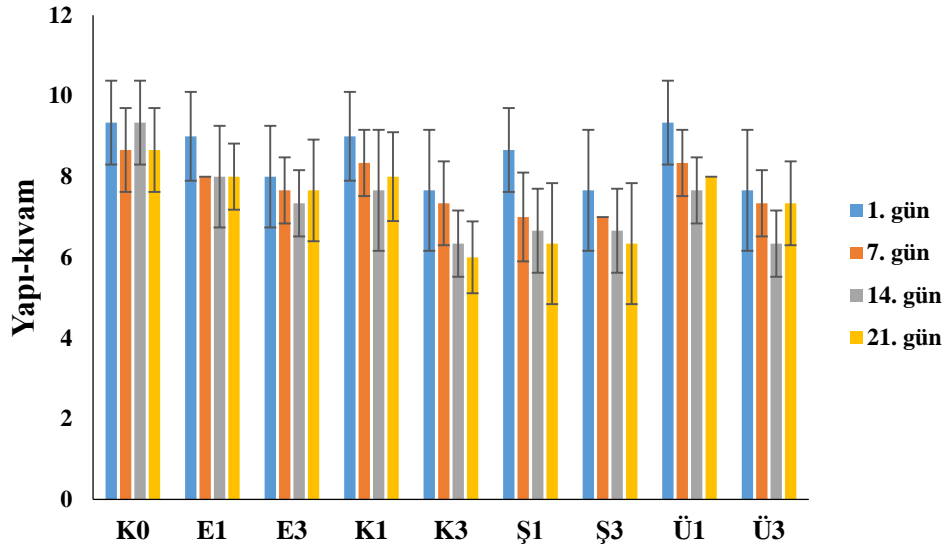
#### 4.2.12.2 Yapı-kıvam

Depolama süresince meyve posalı probiyotik yoğurt örneklerine ait yapı-kıvam puanları Çizelge 4.25 ve Şekil 4.23'de sunulmuştur. Depolamanın ilk gününde örnekler arasında yapı-kıvam puanları açısından önemli bir fark görülmemiştir. Depolama süresince posa oranı %3 olan örnekler posa oranı %1 olan örneklere göre daha düşük yapı puanı aldığı tespit edilmiştir. Marand ve ark., (2020) çalışmasında da aynı eğilim gözlemlenmiş ve daha yüksek bir zenginleştirme seviyesinde (%5) önemli ölçüde düşük bir doku indeksinin, çözünmeyen keten tohumu tozu partikülleri tarafından üretilen tanecikliliğe ve ağızda kötü his oluşmasına atfedilebileceğini bildirmiştir. Benzer biçimde çalışmamızda yüksek posalı ürünler tanecikli yapısından dolayı ağızda kötü his oluşturmuştur. Bertolino ve ark., (2015) lif açısından zengin takviyenin yoğurdun yapı ve dokusu üzerindeki olumsuz etkisini vurgulamıştır. Depolamanın ileryen günlerinde şeftali posası ilaveli yoğurtlar diğerlerine kıyasla daha düşük puan aldığı tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.25** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Yapı-Kıvam Puanları

Örnek	Depolama (gün)			
	1	7	14	21
K0	9.34 ± 1.04 <sup>Aa</sup>	8.66 ± 1.04 <sup>Aa</sup>	9.34 ± 1.04 <sup>Aa</sup>	8.66 ± 1.04 <sup>Aa</sup>
E1	9.00 ± 1.10 <sup>Aa</sup>	8.00 ± 0.00 <sup>ABa</sup>	8.00 ± 1.26 <sup>ABab</sup>	8.00 ± 0.82 <sup>ABab</sup>
E3	8.00 ± 1.26 <sup>Aa</sup>	7.66 ± 0.82 <sup>Aab</sup>	7.34 ± 0.82 <sup>Ab</sup>	7.66 ± 1.26 <sup>Aab</sup>
K1	9.00 ± 1.10 <sup>Aa</sup>	8.34 ± 0.82 <sup>Aa</sup>	7.66 ± 1.50 <sup>Aab</sup>	8.00 ± 1.10 <sup>Aab</sup>
K3	7.66 ± 1.50 <sup>Aa</sup>	7.34 ± 1.04 <sup>Aab</sup>	6.34 ± 0.82 <sup>Bb</sup>	6.00 ± 0.89 <sup>Ab</sup>
Ş1	8.66 ± 1.04 <sup>Aa</sup>	7.00 ± 1.10 <sup>ABab</sup>	6.66 ± 1.04 <sup>Bb</sup>	6.34 ± 1.50 <sup>Bbc</sup>
Ş3	7.66 ± 1.50 <sup>Aa</sup>	7.00 ± 0.00 <sup>ABab</sup>	6.66 ± 1.04 <sup>Bb</sup>	6.34 ± 1.50 <sup>Bbc</sup>
Ü1	9.34 ± 1.04 <sup>Aa</sup>	8.34 ± 0.82 <sup>ABa</sup>	7.66 ± 0.82 <sup>Bab</sup>	8.00 ± 0.00 <sup>Bab</sup>
Ü3	7.66 ± 1.50 <sup>Aa</sup>	7.34 ± 0.82 <sup>Aab</sup>	6.34 ± 0.82 <sup>Ab</sup>	7.34 ± 1.04 <sup>Aab</sup>

<sup>A-B</sup>Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. <sup>a-c</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. K0; kontrol örneği, E1; %1 elma posası, E3; %3 elma posası, K1; %1 kayısı posası, K3; %3 kayısı posası, Ş1; %1 şeftali posası, Ş3; %3 şeftali posası, Ü1; %1 üzüm posası, Ü3; %3 üzüm posası katkılı örnekleri temsil etmektedir.



**Şekil 4.23** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Yapı-Kıvam Puanları

Depolamanın son gününde kontrol örnekten sonra yapı kıvam puanları üzüm ve elma posası ilaveli yoğurtlarda daha yüksek görülürken yine şeftali posası ilaveli yoğurtlar en düşük puanı almıştır. Şeftali posalı yoğurt üretiminde fermentasyon sırasında posanın organik asit içeriğine bağlı olarak pH hızla düştüğünden

fermentasyon sonunda örneklerin üst yüzeyinde serum ayrılması gözlenmiştir. Şeftali posalı yoğurtların yapı-kıvam puanlarındaki düşüşün bu durumdan kaynaklandığı söylenebilir.

#### 4.2.12.3 Tat-aroma

Tat-aroma parametrelerinin değerlendirilmesine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.26 ve Şekil 4.24’de sunulmuştur.

**Çizelge 4.26** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Tat-Aroma Puanları

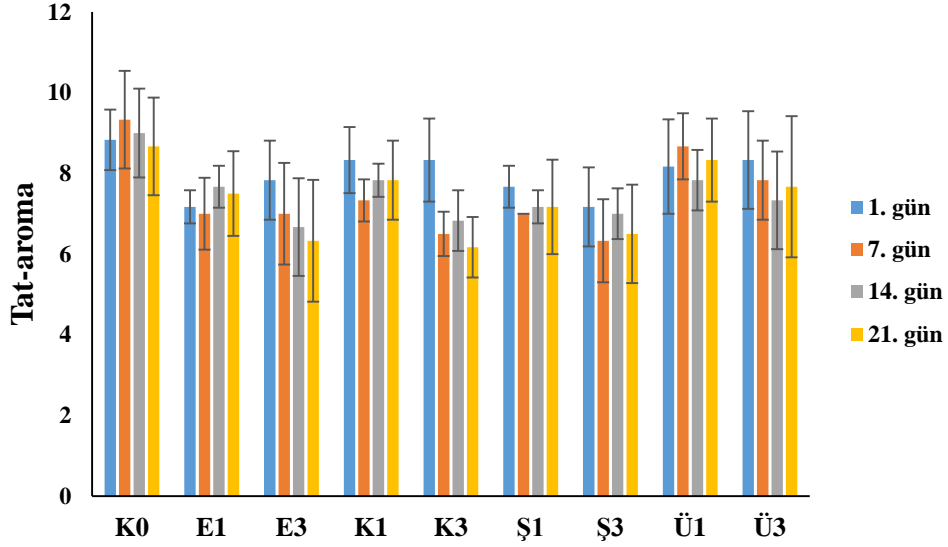
Örnek	Depolama (gün)			
	1	7	14	21
K0	8.83 ± 0.75 <sup>Aa</sup>	9.33 ± 1.21 <sup>Aa</sup>	9.00 ± 1.10 <sup>Aa</sup>	8.67 ± 1.21 <sup>Aa</sup>
E1	7.17 ± 0.41 <sup>Ab</sup>	7.00 ± 0.89 <sup>AcD</sup>	7.67 ± 0.52 <sup>Abc</sup>	7.50 ± 1.05 <sup>Aabc</sup>
E3	7.83 ± 0.98 <sup>Aab</sup>	7.00 ± 1.26 <sup>AcD</sup>	6.67 ± 1.21 <sup>Ac</sup>	6.33 ± 1.51 <sup>Abc</sup>
K1	8.33 ± 0.82 <sup>Aab</sup>	7.33 ± 0.52 <sup>AcD</sup>	7.83 ± 0.41 <sup>Ab</sup>	7.83 ± 0.98 <sup>Aab</sup>
K3	8.33 ± 1.03 <sup>Aab</sup>	6.50 ± 0.55 <sup>Bd</sup>	6.83 ± 0.75 <sup>Bbc</sup>	6.17 ± 0.75 <sup>Bc</sup>
Ş1	7.67 ± 0.52 <sup>Aab</sup>	7.00 ± 0.00 <sup>AcD</sup>	7.17 ± 0.41 <sup>Abc</sup>	7.17 ± 1.17 <sup>Aabc</sup>
Ş3	7.17 ± 0.98 <sup>Ab</sup>	6.33 ± 1.03 <sup>Ad</sup>	7.00 ± 0.63 <sup>Abc</sup>	6.50 ± 1.22 <sup>Abc</sup>
Ü1	8.17 ± 1.17 <sup>Aab</sup>	8.67 ± 0.82 <sup>Aab</sup>	7.83 ± 0.75 <sup>Ab</sup>	8.33 ± 1.03 <sup>Aa</sup>
Ü3	8.33 ± 1.21 <sup>Aab</sup>	7.83 ± 0.98 <sup>Abc</sup>	7.33 ± 1.21 <sup>Abc</sup>	7.67 ± 1.75 <sup>Aabc</sup>

<sup>A-B</sup>Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. <sup>a-d</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. K0; kontrol örneği, E1; %1 elma posası, E3; %3 elma posası, K1; %1 kayısı posası, K3; %3 kayısı posası, Ş1; %1 şeftali posası, Ş3; %3 şeftali posası, Ü1; %1 üzüm posası, Ü3; %3 üzüm posası katkı örnekleri temsil etmektedir.

Depolamanın başlangıcında, kontrol örnekten sonra kayısı ve üzüm posası ilaveli probiyotik yoğurt örnekleri tat-aroma açısından daha çok beğenilmiştir. Posa oranının artırılması şeftali posalı yoğurdun tat puanlarını düşürürken diğer meyve posalı örneklerin tat puanlarını etkilememiştir (p>0.05). Depolama süresince K3 örneğin tat puanları belirgin biçimde düşerken diğer örneklerin puanlarında önemli düzeyde değişiklik görülmemiştir. Depolamanın sonunda en yüksek tat-aroma puanlarını kontrol örnek ile Ü1 örneği alırken, en düşük puanları ise E3, K3 ve Ş3 örnekleri almıştır. Bununla beraber depolama sonunda posa oranının artırılması ile tat puanlarının düştüğü dikkat çekmektedir. Depolamanın sonunda posa oranının fazla olduğu örnekler yapı-kıvam açısından daha düşük puan almıştır. Buna bağlı olarak yoğurt örneklerinin kıvam özelliklerindeki kötüleşmeye bağlı olarak tat puanlarının da



düştüğü düşünölmektedir. Jambi (2018), çalışmasında, %3'ten fazla hurma çekirdeği tozu ile hazırlanan yoğurt ve kontrol yoğurt ile karşılaştırıldığında tat puanlarının azaldığını bildirmiştir. Depolama süreleri boyunca tüm duyuşal özelliklerde gözle görölür bir azalma, bakterilerin proteolitik aktivitesinden ve daha yüksek asit üretiminden kaynaklanabilmektedir (Bakirci ve Kavaz, 2008).



Şekil 4.24 Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Tat-Aroma Puanları

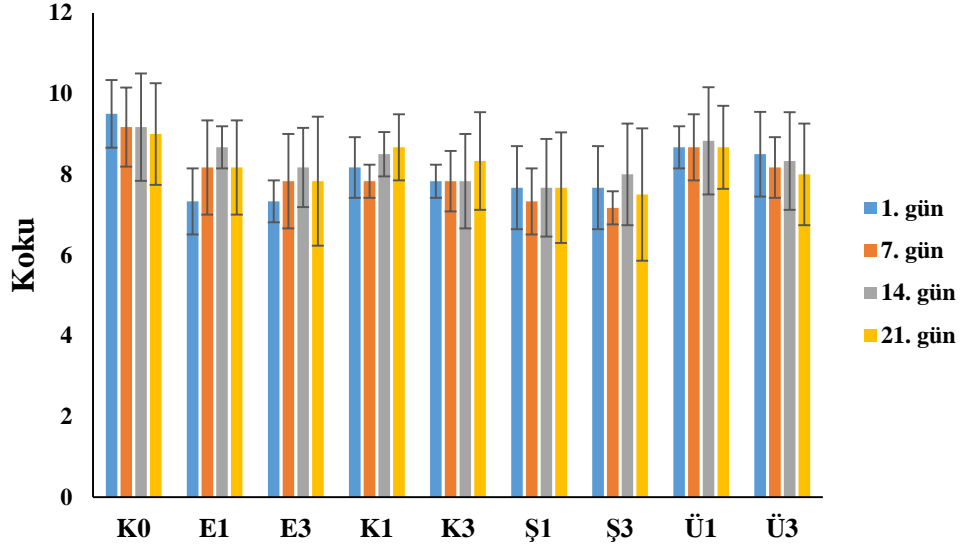
#### 4.2.12.4 Koku

Meyve posası ilaveli probiyotik yoğurt örneklerine ait koku puanları Çizelge 4.27 ve Şekil 4.25'de gösterilmektedir. Çizelge incelendiğinde depolamanın ilk gününde kontrol örnekten sonra en yüksek koku puanlarının üzüm posalı yoğurtlar ile %1 kayısı posalı ilaveli yoğurt örneğine ait olduğu görölmektedir. Depolama süresince örneklerin koku puanlarında önemli bir değişim gözlenmemiştir. Depolama sonunda yine kontrol örnek ile beraber üzüm ve kayısı posası ilaveli yoğurtların koku puanları diğer örneklere kıyasla daha yüksek koku puanlarına sahiptir.

**Çizelge 4.27** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Koku Puanları

Örnek	Depolama (gün)			
	1	7	14	21
K0	9.50 ± 0.84 <sup>Aa</sup>	9.17 ± 0.98 <sup>Aa</sup>	9.17 ± 1.33 <sup>Aa</sup>	9.00 ± 1.26 <sup>Aa</sup>
E1	7.33 ± 0.82 <sup>Ab</sup>	8.17 ± 1.17 <sup>Aab</sup>	8.67 ± 0.52 <sup>Aab</sup>	8.17 ± 1.17 <sup>Aab</sup>
E3	7.33 ± 0.52 <sup>Ab</sup>	7.83 ± 1.17 <sup>Aab</sup>	8.17 ± 0.98 <sup>Aab</sup>	7.83 ± 1.60 <sup>Ab</sup>
K1	8.17 ± 0.75 <sup>Aab</sup>	7.83 ± 0.41 <sup>Aab</sup>	8.50 ± 0.55 <sup>Aab</sup>	8.67 ± 0.82 <sup>Aab</sup>
K3	7.83 ± 0.41 <sup>Ab</sup>	7.83 ± 0.75 <sup>Aab</sup>	7.83 ± 1.17 <sup>Aab</sup>	8.33 ± 1.21 <sup>Aab</sup>
Ş1	7.67 ± 1.03 <sup>Ab</sup>	7.33 ± 0.82 <sup>Ab</sup>	7.67 ± 1.21 <sup>Ab</sup>	7.67 ± 1.37 <sup>Ab</sup>
Ş3	7.67 ± 1.03 <sup>Ab</sup>	7.17 ± 0.41 <sup>Ab</sup>	8.00 ± 1.26 <sup>Aab</sup>	7.50 ± 1.64 <sup>Ab</sup>
Ü1	8.67 ± 0.52 <sup>Aab</sup>	8.67 ± 0.82 <sup>Aab</sup>	8.83 ± 1.33 <sup>Aab</sup>	8.67 ± 1.03 <sup>Aab</sup>
Ü3	8.50 ± 1.05 <sup>Aab</sup>	8.17 ± 0.75 <sup>Aab</sup>	8.33 ± 1.21 <sup>Aab</sup>	8.00 ± 1.26 <sup>Aab</sup>

<sup>A-B</sup> Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden  $p < 0.05$  düzeyinde farklıdır. <sup>a-b</sup> Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden  $p < 0.05$  düzeyinde farklıdır. K0; kontrol örneği, E1; %1 elma posası, E3; %3 elma posası, K1; %1 kayısı posası, K3; %3 kayısı posası, Ş1; %1 şeftali posası, Ş3; %3 şeftali posası, Ü1; %1 üzüm posası, Ü3; %3 üzüm posası katkı örnekleri temsil etmektedir.



**Şekil 4.25** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Koku Puanları

#### 4.2.12.5 Genel Kabul Edilebilirlik

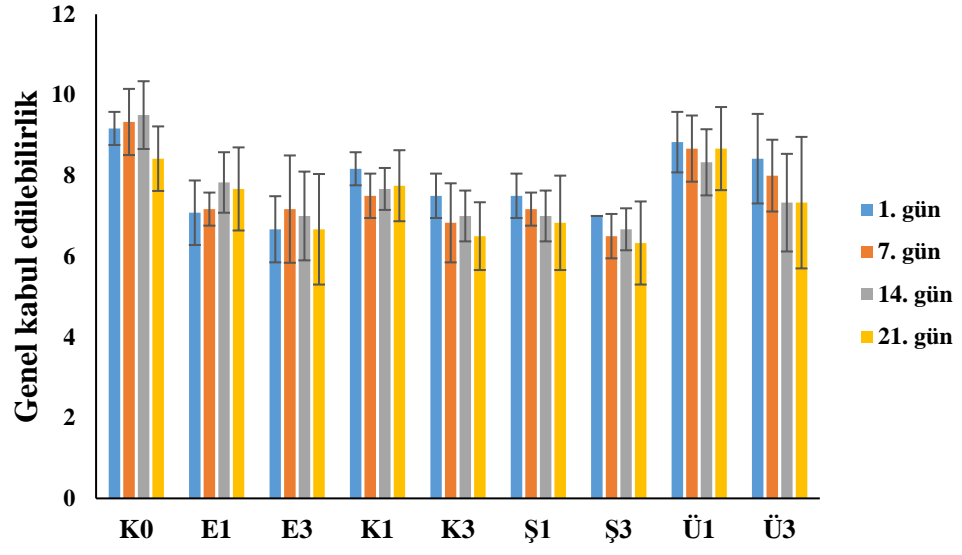
Meyve posası ilaveli probiyotik yoğurt örneklerine ait genel kabul edilebilirlik puanları Çizelge 4.29 ve Şekil 4.27’de sunulmuştur. Buna göre depolamanın ilk gününde kontrol örnek ile beraber en çok üzüm posası ilaveli yoğurt örnekleri beğenilirken, %3 posa ilaveli örnekler daha az beğenilmiştir.

**Çizelge 4.28** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Genel Kabul Edilebilirlik Puanları

Örnek	Depolama (gün)			
	1	7	14	21
K0	9.17 ± 0.41 <sup>Aa</sup>	9.33 ± 0.82 <sup>Aa</sup>	9.50 ± 0.84 <sup>Aa</sup>	8.42 ± 0.80 <sup>Ba</sup>
E1	7.08 ± 0.80 <sup>Acd</sup>	7.17 ± 0.41 <sup>Abc</sup>	7.83 ± 0.75 <sup>Abc</sup>	7.67 ± 1.03 <sup>Aab</sup>
E3	6.67 ± 0.82 <sup>Ad</sup>	7.17 ± 1.33 <sup>Abc</sup>	7.00 ± 1.10 <sup>Abc</sup>	6.67 ± 1.37 <sup>Ab</sup>
K1	8.17 ± 0.41 <sup>Aabc</sup>	7.50 ± 0.55 <sup>Abc</sup>	7.67 ± 0.52 <sup>Abc</sup>	7.75 ± 0.88 <sup>Aab</sup>
K3	7.50 ± 0.55 <sup>Abcd</sup>	6.83 ± 0.98 <sup>Ac</sup>	7.00 ± 0.63 <sup>ABbc</sup>	6.50 ± 0.84 <sup>Bb</sup>
Ş1	7.50 ± 0.55 <sup>Abcd</sup>	7.17 ± 0.41 <sup>Abc</sup>	7.00 ± 0.63 <sup>Abc</sup>	6.83 ± 1.17 <sup>Aab</sup>
Ş3	7.00 ± 0.00 <sup>Acd</sup>	6.50 ± 0.55 <sup>Ac</sup>	6.67 ± 0.52 <sup>Ac</sup>	6.33 ± 1.03 <sup>Bb</sup>
Ü1	8.83 ± 0.75 <sup>Aa</sup>	8.67 ± 0.82 <sup>Aab</sup>	8.33 ± 0.82 <sup>Aab</sup>	8.67 ± 1.03 <sup>Aa</sup>
Ü3	8.42 ± 1.11 <sup>Aab</sup>	8.00 ± 0.89 <sup>Aabc</sup>	7.33 ± 1.21 <sup>Abc</sup>	7.33 ± 1.63 <sup>Aab</sup>

<sup>A-B</sup>Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. <sup>a-d</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. K0; kontrol örneği, E1; %1 elma posası, E3; %3 elma posası, K1; %1 kayısı posası, K3; %3 kayısı posası, Ş1; %1 şeftali posası, Ş3; %3 şeftali posası, Ü1; %1 üzüm posası, Ü3; %3 üzüm posası katkılı örnekleri temsil etmektedir.

Depolama süresince kontrol, K3 ve Ş3 örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanlarında diğer örneklere kıyasla daha belirgin düşüşler görülmüştür (p<0.05). Depolama sonunda kontrol örnek ile beraber Ü1 örneği daha çok tercih edilirken ardından E1, K1 ve Ş1 örnekleri gelmektedir. Depolama sonunda Ü3 örneği haricinde %3 posa ilaveli örnekler en az tercih edilenler olmuştur. Bu bulgular Feng ve ark., (2019)’nın hünnap pulpu eklenmiş keçi yoğurdu ve Abdel-Hamid ve ark., (2020)’nin Siraitia ekstraktı içeren probiyotik set yoğurtlarına ait bulgularla örtüşmektedir. Ayrıca daha önceki çalışmamızda üzüm posası ilavesinin %3’ün üstüne çıktığında genel kabul edilebilirlik puanlarının belirgin biçimde düştüğü bildirilmiştir (Demirkol ve Tarakçı, 2018). Bununla beraber bu duyuşsal parametrelerin sonuçlarına bakılarak %1 üzüm posası ilaveli yoğurdun yanı sıra %1 elma, kayısı ve şeftali posalı yoğurtların tüketiciler açısından daha çok beğenildiği söylenebilir.



**Şekil 4.26** Meyve Posası İlave Edilerek Yapılan Yoğurtlarda Depolama Süresince Belirlenen Genel Kabul Edilebilirlik Puanları

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada öncelikli olarak meyve suyu işleme endüstrisinden açığa çıkan atık ürünlerinin katma değeri oldukça yüksek olan fonksiyonel gıda (prebiyotik gıda katkı maddesi) üretimini için hammadde olarak kullanılıp kullanılmayacağı araştırılmıştır. Bu doğrultuda, kurutulup öğütülerek toz forma getirilmiş meyve suyu işleme atıklarının (elma posası, şeftali posası, kayısı posası ve üzüm posası), fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri araştırılmış bunun yanı sıra bu atıklardan diyet lifleri ekstrakte edilmiş ve ekstrakte edilmiş olan diyet liflerinin monosakkarit bileşimi ve bu liflerin *in-vitro* şartlar altında insan dışkısından izole edilmiş olan kalın bağırsak mikroflorası ile fermentasyona tabi bırakılması suretiyle kısa zincirli yağ asitlerine etkisi belirlenmiştir.

Diyet liflerince zengin meyve posalarının gıda sanayinde fonksiyonel katkı maddesi olarak kullanım potansiyelini test etmek için yoğurt model gıda ürünü olarak kullanılmıştır. Bu bağlamda bu çalışmanın ikinci olarak meyve suyu işleme atıklarını diyet lifi kaynağı ve potansiyel prebiyotik ürün olarak yoğurda ilave ederek raf ömrü süresince fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliğine ayrıca monosakkarit bileşimine ve de kısa zincirli yağ asitleri oluşumuna etkisini belirlemek amaçlanmıştır.

Beş farklı meyve posası (elma, kayısı, şeftali ve üzüm) kurutulup öğütülerek probiyotik yoğurt üretilmiştir. Kontrol yoğurdun (K0, posa eklenmemiş) yanı sıra, her posa çeşitinden %1 ve %3 oranda (E1, E3, K1, K3, Ş1, Ş3, Ü1 ve Ü3) ilave edilerek klasik yoğurt kültürlerinin yanı sıra *Lactobacillus acidophilus* LA5 probiyotik kültürü ile yoğurtlar üretilmiştir. Posa ve yoğurtlardan elde edilen çözünmeyen ve çözünür diyet liflerinin (DL) monosakkarit bileşimleri ve ayrıca diyet liflerinden *in vitro* fermentasyon sonucu oluşan kısa zincirli yağ asitleri (SCFA ve BCFA) gaz kromatografisi (GC) kullanılarak tespit edilmiştir.

İki bölüm halinde incelenen çalışmanın ilk aşamasında bahsi geçen meyve atıklarının çeşitli fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri belirlenmiştir. Üzüm posasının antioksidan kapasitesi, fenolik içeriği diğer posa çeşitlerinden önemli ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Bununla birlikte diğer posa çeşitlerinin de iyi bir fenolik ve antioksidan kaynağı olduğu söylenebilir. En yüksek şişme kapasitesi şeftali posasında, en düşük şişme kapasitesi ise üzüm posasında tespit

edilmiştir. Posaların yağ tutma kapasitesinde önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. En yüksek çözünürlük şeftali posasında, en düşük ise elma posasında tespit edilmiştir. Meyve suyu endüstrisinin yan ürünlerinden elde edilen posalar, özellikle beslenme ve fonksiyonel özellikleri nedeniyle gıda endüstrisinde bileşen olarak kullanılabilir. Özellikle şeftali ve elma posalarının su tutma ve yağ tutma kapasiteleri gibi fonksiyonel özellikleri sayesinde, yoğurt gibi süt ürünlerine dahil edildiğinde bu ürünlerin su tutma, stabilize ve tekstüre edilmesinde katkıları olabilir. Bununla birlikte kurutularak öğütülen posaların yoğurt gibi fermente süt ürünlere ilavesinden önce farklı partikül boyutunun ürün kalitesi ve fonksiyonel özelliklere etkisini görmek için çalışmalar yapılmalıdır.

Diyet lifi ekstraksiyonu sonucunda toplam sindirilmeyen kısım en yüksek elma (%89.35) en düşük ise şeftali posasında (%61.45) tespit edilmiştir. Meyve posalarının suda çözünmeyen fraksiyonu suda çözünenlere göre daha yüksek tespit edilmiştir. Suda çözünen fraksiyon en yüksek şeftali posasında, en düşük ise üzüm posasında tespit edilmiştir. Suda çözünmeyen fraksiyon ise üzüm ve elma posasında en yüksek tespit edilirken en düşük ise şeftali posasında tespit edilmiştir. Sonuç olarak posaların, yüksek toplam diyet lifi içeriğine ve bağırsak düzenlemesi ve çeşitli hastalıkların önlenmesinde önemli olan çözünür ve çözünmez lifler arasında iyi bir orana sahip olduğu söylenebilir.

Monosakkarit kompozisyon analizi, polisakkaritlerin fizikokimyasal özelliklerinin ve yapı-aktivite ilişkisinin araştırılması için önemlidir. Farklı kaynaklardan gelen diyet lifleri farklı çözünür diyet lifi içeriğine ve kimyasal yapılarına sahip olması farklı fizikokimyasal özelliklere ve fizyolojik işlevlere yol açar. Diyet liflerinin tipi ve yapısındaki farklılıklar, bağırsak mikrobiyotasının kompozisyonunu ve aktivitesini şekillendirir ve bakteriyel metabolizmayı düzenleyerek SCFA'lar üretir. Bu bağlamda meyve posalarından elde edilen suda çözünen ve çözünmeyen diyet liflerinde monosakkarit bileşimleri incelenmiştir. Suda çözünen (SÇ) ve suda çözünmeyen (SÇM) fraksiyonlarında gözlenen ana monosakkarit glikoz olarak tespit edilmiştir, ardından arabinoz, galaktoz, mannoz, ksiloz, ve ramnoz gelmektedir. Bununla birlikte SÇ'de en yüksek glikoz kayısı ve elma'da en düşük ise şeftali de tespit edilmiştir. Bitkilerde, glikoz nişasta, selüloz ve hemiselülozlarda (yani, ksiloglukan, heteromannan ve glukanlar) bulunmaktadır.

Meyvelerin ihmal edilebilir miktarda nişasta içerdiği göz önüne alındığında, burada tespit edilen glikozun çoğunluğu selüloz ve hemiselülozlara atfedilmiştir. Üronik asit miktarı galakturonik asit ve glukoronik asitin toplamını temsil etmektedir bununla birlikte ise en yüksek üronik asit miktarı kayısı da en düşük ise üzüm de tespit edilmiştir.

Meyve posası diyet liflerinin fekal ile in vitro fermentasyonunun ilk 6 saat boyunca pH'da bir düşüş gözlenmekle birlikte en yüksek pH düşüşü laktuloz için tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Bu düşüşün ardından, pH değerleri fermentasyonun sonuna kadar ılımlı bir şekilde artmıştır. Meyve posası diyet liflerinin laktuloza kıyasla pH'daki değişikliği daha az olmasının sebebi, muhtemelen meyve posası diyet liflerinin sınırlı fermente edilebilirliğine bağlanmıştır. Fermentasyondan 6 saatinden sonra pH'daki hafif artış, amonyak gibi alkalın metabolitlerin oluşumu ile açıklanabilir. Bunun yanı sıra fermentasyon ortamı için hazırlanan besiyerinin bileşimindeki disodyum fosfatın tampon özellik göstererek pH'nın düşmesini engellemiş olabileceği düşünülmektedir.

Mikrobiyal fermentasyon süresince tüm diyet lifleri için kısa zincirli yağ asitleri olarak bilinen ve kolonik mikrobiyaya için önemli faydalı etkileri olan asetat, bütirat ve propiyonat miktarlarında aşamalı olarak önemli artışlar gözlenmiştir ( $p<0.05$ ). Fermentasyonun 6. saati sonunda laktulozdan sonra SÇ'de üzüm ve elma, kayısı ve şeftali'ye kıyasla daha yüksek asetat üretmiş, negatif ise en düşük asetat miktarına sahip olmuştur. Suda çözünmeyen (SÇM) ve SÇ+SÇM karıştırılarak elde edilen liflerden benzer şekilde ilk 6. saatin sonunda asetat üretimi açısından belirgin farklılıklar görülmüş, laktulozdan sonra elma en yüksek asetat ve bütirat miktarına sahip olmuştur. Propiyonat miktarı en yüksek laktuloz ve elma diyet liflerinde ölçülmüş, kayısı, şeftali ve üzüm daha düşük olmakla beraber benzer miktarda propiyonat üretmiştir. BCFA miktarı en düşük negatif de görülmekle birlikte örnekler arasında önemli farklılıkların olmadığı tespit edilmiştir.

Bu çalışma, farklı yapıdaki diyet lifinin kolonik mikrobiyotanın bileşimini ve işlevini güçlü bir şekilde etkileyebileceğini, ayrıca diyet liflerinin fizyolojik işlevlerinin yüksek oranda yapıya bağlı olduğunu öne sürdüğünü göstermiştir. Bununla birlikte bu çalışma, meyve yan ürünlerinden izole edilmiş liflerin, bağırsak mikrobiyotasının modülasyonu için kullanılabileceğine göstermiştir. Bu nedenle, diyet

lifi, bağırsak mikrobiyotası ve sağlık sonuçları arasındaki etkileşimlere odaklanan çalışmalar, kullanılan karbonhidratların yapılarını daha iyi karakterize etmelidir. Bulgularımızı doğrulamak ve bu meyve yan ürünlerinin konakçı sağlığı üzerindeki etkilerini doğrulamak için *in-vitro* veya *in-vivo* başka deneylere ihtiyaç vardır.

Çalışmanın ikinci aşamasında, beş farklı meyve posası kurutulup öğütülerek %1 ve %3 oranında ilave edilmek suretiyle iki tekerrürlü olarak probiyotik set yoğurtlar üretilmiş ve depolama süresi olarak belirlenen 21 gün boyunca haftalık analizleri yapılarak çeşitli özellikleri araştırılmıştır. Depolama süresince yoğurtların pH değerleri düşerken asitlikleri artmıştır. Bununla birlikte depolama süresince asitlik değerlerinin kodekse uygun oldukları görülmüştür (%0.6-1.5). Depolama süresince örneklerin L değerlerinde önemli farklılıklar görülmemiştir ( $p>0.05$ ). Depolamanın sonunda posa miktarının artmasıyla L değerlerindeki düşüşlerde belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Depolama süresince örneklerin a ve b değerlerinde önemli farklılıklar görülmemiştir. Posa oranı yüksek olan yoğurtlarda a değeri daha yüksek görülmüştür. Renk parametrelerinin (L, a ve b) değerlendirilmesi, 21 günlük depolama süresince yoğurttaki renk indekslerinin stabilitesinin yüksek olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, tüketicilerde olumsuz etkilere neden olabilecek sentetik kimyasal bileşiklerle zenginleştirmeye alternatif olabilecek, biyoaktif bileşiklerin bir kaynağı olarak meyve posası ile güçlendirilmiş yeni bir yoğurt geliştirmek için kullanılabilir. Meyve posalarının yoğurtta bir takviye malzemesi olarak doğru seçilmesi ve kullanılması, tüketicinin ilgisini çeken ve sağlık yararları sağlayan uygun bir gıda sağladığı için önemli görünmektedir.

Genel olarak bakıldığında posa çeşidi, oranı ve depolama süresi yoğurtlardan ayrılan serum miktarını önemli derecede etkilememiştir ( $p>0.05$ ). Depolamanın sonuna doğru viskozite değerlerinde artış görülmektedir. Bu artış üzüm posası ilaveli yoğurtlar haricinde istatistik açıdan önemli görülmemiştir ( $p>0.05$ ). Posa oranı arttığında ise viskozite değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir ( $p<0.05$ ).

Depolama süresince streptokok ve laktobasil sayılarında genel olarak yoğurtlar ve dönemler arasında önemli bir farka rastlanmamıştır ( $p>0.05$ ). Depolama süresince yoğurtların hiçbirisinde maya-küf tespit edilmemiştir. Depolamanın sonuna doğru *L. acidophilus* sayısında en belirgin kontrol örneğinde olmakla birlikte genel olarak



belirgin bir düşüş görülmüştür ( $p < 0.05$ ). Depolama sonunda, tüm probiyotik yoğurtlarda canlı probiyotik bakteri sayılarının düşmesine rağmen, *L. acidophilus* sayılarının tüm numunelerde terapötik minimum eşiğin ( $10^6$ - $10^7$  log kob/g) üzerinde olduğu gözlemlenmiştir. Depolamanın sonunda K3 ve Ş3 örneklerinin daha yüksek *L. acidophilus* miktarına sahip olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara bakıldığında *L. acidophilus*'un kayısı ve şeftali posalarını prebiyotik kaynak olarak diğer posalara kıyasla daha iyi olarak kullandığı düşünülebilir.

Yoğurttan elde edilen diyet liflerinde gözlenen ana monosakkarit glikoz olarak tespit edilmiştir, ardından galaktoz gelmiştir. Glikoz ve galaktoz en yüksek elma diyet lifinde en düşük ise üzüm diyet lifinde tespit edilmiştir. Posa ilaveli probiyotik yoğurtlardan elde edilen diyet liflerinin in vitro fermentasyonu sonucunda laktulozdan sonra en yüksek SCFA üretimi elma posası ilaveli yoğurtlardan elde edilmiştir ( $p < 0.05$ ). BCFA üretimi açısından ise örnekler arasında önemli farklılıklar gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ).

%1 oranında meyve posası eklenmesi, probiyotik yoğurtların duysal puanlarında bir iyileşmeye yol açmıştır. Posa oranı arttıkça duysal puanlar azalmıştır. Sonuç olarak bakıldığında, %1 oranında üzüm posası ilaveli yogurt panelistler tarafından daha çok beğenilmekle birlikte, %1 elma, kayısı ve şeftali posası ilavesi ile probiyotik yoğurtlar da bunu takip etmektedir. Bununla birlikte, tat ve ağızda kalan tadın kabulünü iyileştirmek ve böylece genel kabul puanlarını artırmak için posaların partikül boyutları üzerine çalışma yapmak gereklidir.

Duysal analizlerde her ne kadar üzüm posası ilaveli yogurt örnekleri tercih edilse de başta elma posası diyet lifleri olmak üzere diğer posa liflerinin de monosakkarit bileşiminin zengin olması ve bunun yanı sıra SCFA üretiminin neagtife kıyasla belirgin biçimde yüksek olması nedeniyle, hem duysal açıdan hem de sağlığı geliştirici fonksiyonel bir ürün olabilmesi açısından %1 elma, şeftali ve kayısı posalı probiyotik yoğurtlar fermente süt ürünleri pazarında fonksiyonel bir ürün olarak önerilebilir.

Bu çalışma, yoğurda kolayca uygulanabilen çeşitli meyve posası liflerinin *L. acidophilus*, laktobasil ve SCFA'yı artırarak bağırsak mikrobiyotası üzerinde faydalı etkiler sergilediğini göstermiştir. Aynı zamanda diyetle bulunan normal

karbonhidratların laktuloz gibi hızlı fermente olan prebiyotiklerinkine benzer faydalı bir etki göstermediği de söylenebilir. Bu çalışma, bağırsak mikrobiyotası ve prebiyotik aktiviteye ilişkin önceki araştırmalara dayanarak, hem prebiyotiklerin araştırılması hem de bu bileşenlerin gıda endüstrisinde uygulanması için yeni ve önemli sonuçlar vermiştir. Genel olarak çalışma, sağlığı geliştirici bileşikler açısından zengin olan meyve posası takviyesi sağlık bilincine sahip tüketiciler tarafından tercih edilen yeni fonksiyonel yoğurt ürünleri geliştirmek için umut verici bir seçenek sunmaktadır.

Diyet, özellikle diyet liflerinin tüketimi ile ilgili olarak, kolonik mikrobiyota kompozisyonunu şekillendiren en önemli faktörlerden biri olarak iyi bilinmektedir. Buna göre, daha iyi sağlık için kolonik mikrobiyotayı tahmin edilebilir şekilde manipüle edebilecek diyet lifi türlerini keşfetmek için birçok çalışma yapılmıştır. Bununla birlikte, bu çalışmaların çoğu, mikrobiyal kullanımları açısından lif yapılarının genişliğini yeterince takdir etmemekte ve ayrıntılı karbonhidrat yapısal analizini atlamaktadır. Bazı durumlarda bu, (teorik olarak) aynı lifleri kullanan çalışmalar arasında çelişkili sonuçların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu araştırmada, farklı meyve türlerinden elde edilen diyet lifleri kullanarak in vitro fekal fermentasyon çalışmaları yaparak kısa zincirli yağ asitlerini üretibilme potansiyelini tespit ettik. Çalışmanın devamında diyet lifinin yapısındaki farklılıkların, bağırsak mikrobiyotasındaki farklı mikrobiyal topluluklara ve metabolik çıktılara ne şekilde etki ettiğini göstermek için çalışmalar planlanabilir. DL'nin bağırsak mikrobiyotası ve ilgili hastalıklar üzerindeki karmaşık etkisini anlamak için hangi bakteri gruplarının hangi DL'lere özgü olduğunu bilmek gerekir.

## 6. KAYNAKLAR

- A Larrauri, J., Goñi, I., Martín-Carrón, N., Rupérez, P., & Saura-Calixto, F. (1996). Measurement of health-promoting properties in fruit dietary fibres: antioxidant capacity, fermentability and glucose retardation index. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 71(4): 515-519.
- Abdel-Hamid, M., Romeih, E., Huang, Z., Enomoto, T., Huang, L., & Li, L. (2020). Bioactive properties of probiotic set-yogurt supplemented with *Siraitia grosvenorii* fruit extract. *Food Chemistry*, 303, 125400.
- Abu-Jdayil, B., & Mohameed, H. (2002). Experimental and modelling studies of the flow properties of concentrated yogurt as affected by the storage time. *Journal of Food Engineering*, 52(4), 359–365.
- Adil, İ. H., Cetin, H.İ., & Bayindirli, A. (2007). Subcritical (carbon dioxide & ethanol) extraction of polyphenols from apple and peach pomaces, and determination of the antioxidant activities of the extracts. *Journal of Supercritical Fluids*, 43(1), 55–63.
- Aguirre, M., Jonkers, D. M. A. E., Troost, F. J., Roeselers, G., & Venema, K. (2014). In vitro characterization of the impact of different substrates on metabolite production, energy extraction and composition of gut microbiota from lean and obese subjects. *PloS One*, 9(11).
- Ahluwalia, S., & Kumar, P. (2013). Effect of yoghurt cultures and probiotic cultures on physicochemical and sensory properties of mango soy fortified probiotic yoghurt (MSFPY). *Journal of Food Processing and Technology*, 4(6).
- Akalin, A. S., Gönç, S., Ünal, G., & Fenderya, S. E. R. A. P. (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), M222-M227.
- Alpaslan, M., & Hayta, M. (2006). Apricot kernel: Physical and chemical properties. *Journal-American Oil Chemists Society*, 83(5), 469.
- Amaya-Llano, S., Martínez-Alegría, A., Zazueta-Morales, J., & Martínez-Bustos, F. (2008). Acid thinned jicama and maize starches as fat substitute in stirred yogurt. *LWT-Food Science and Technology*, 41(7), 1274-1281.
- Anderson, J. W. (2004). Whole grains and coronary heart disease: the whole kernel of truth. In: Oxford University Press.
- Anonim (2009). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (2009/25). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara: Resmi Gazete (Sayı: 27143).
- Association Of Analytical Cereal Chemists (AACC 2000). AACC International approves new dietary fiber definition. <http://www.aaccnet.org/initiatives/definitions/Pages/DietaryFiber.aspx>
- Association of Official Analytical Chemists International (AOAC) (1990). Official Methods of Analysis, 15th edn (edited by. K. Helrich) Pp. 1028–1039. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists Inc

- Ayala-Zavala, J., Vega-Vega, V., Rosas-Domínguez, C., Palafox-Carlos, H., Villa-Rodríguez, J., Siddiqui, M. W., Dávila-Aviña, J., & González-Aguilar, G. (2011). Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food Research International*, 44(7), 1866-1874.
- Bakirci, I., & Kavaz, A. (2008). An investigation of some properties of banana yogurts made with commercial ABT-2 starter culture during storage. *International Journal of Dairy Technology*, 61(3), 270-276.
- Beards, E., Tuohy, K., & Gibson, G. (2010). Bacterial, SCFA and gas profiles of a range of food ingredients following in vitro fermentation by human colonic microbiota. *Anaerobe*, 16(4), 420-425.
- Bertolino, M., Belviso, S., Dal Bello, B., Ghirardello, D., Giordano, M., Rolle, L., & Zeppa, G. (2015). Influence of the addition of different hazelnut skins on the physicochemical, antioxidant, polyphenol and sensory properties of yogurt. *LWT-Food Science and Technology*, 63(2), 1145-1154.
- Bhat, S. V., Deva, A. M., & Amin, T. (2018). Physicochemical and textural properties of yogurt fortified with psyllium (*Plantago ovate*) husk. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(2), e13425.
- Bhushan, S., Kalia, K., Sharma, M., Singh, B., & Ahuja, P. S. (2008). Processing of apple pomace for bioactive molecules. *Critical Reviews in Biotechnology*, 28(4), 285-296.
- Bradley, R.L., Arnold, E., Barbano, D.M., Semerad, R.G., Smith, D.E., & Vines, B.K. (1992). Chemical and physical methods. In: Marshall, R.T. (Ed) Standard methods for the examination of dairy products. 16th Edition. *American Public Health Association*, Washington, D.C., 433-529.
- Brown, L., Rosner, B., Willett, W. W., & Sacks, F. M. (1999). Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(1), 30-42.
- Bussolo de Souza, C., Jonathan, M., Isay Saad, S. M., Schols, H. A., & Venema, K. (2019). Degradation of fibres from fruit by-products allows selective modulation of the gut bacteria in an in vitro model of the proximal colon. *Journal of Functional Foods*, 57, 275-285.
- Caliskanturk Karatas, S., Gunay, D., & Sayar, S. (2017). In vitro evaluation of whole faba bean and its seed coat as a potential source of functional food components. *Food Chemistry*, 230, 182-188.
- Cantu-Jungles, T. M., Iacomini, M., Cipriani, T. R., & Cordeiro, L. M. C. (2017). Isolation and characterization of a xylan with industrial and biomedical applications from edible acai berries (*Euterpe oleraceae*). *Food Chemistry*, 221, 1595-1597.
- Cerda-Tapia, A., Perez-Chabela Mde, L., Perez-Alvarez, J. A., Fernandez-Lopez, J., & Viuda-Martos, M. (2015). Valorization of pomace powder obtained from native mexican apple (*Malus domestica* var. *rayada*): Chemical, techno-functional and antioxidant properties. *Plant Foods for Human Nutrition*, 70(3), 310-316.

- Champ, M., Langkilde, A.-M., Brouns, F., Kettlitz, B., & Collet, Y. L. B. (2003). Advances in dietary fibre characterisation. 1. Definition of dietary fibre, physiological relevance, health benefits and analytical aspects. *Nutrition Research Reviews*, 16(1), 71-82.
- Chouchouli, V., Kalogeropoulos, N., Konteles, S. J., Karvela, E., Makris, D. P., & Karathanos, V. T. (2013). Fortification of yoghurts with grape (*Vitis vinifera*) seed extracts. *LWT-Food Science and Technology*, 53(2), 522-529.
- Conlon, M. A., & Bird, A. R. (2015). The impact of diet and lifestyle on gut microbiota and human health. *Nutrients*, 7(1), 17-44.
- Cruz, A. G., Cavalcanti, R. N., Guerreiro, L. M. R., Sant'Ana, A. S., Nogueira, L. C., Oliveira, C. A. F., ... & Bolini, H. M. A. (2013). Developing a prebiotic yogurt: Rheological, physico-chemical and microbiological aspects and adequacy of survival analysis methodology. *Journal of Food Engineering*, 114(3), 323-330.
- Cui, J., Lian, Y., Zhao, C., Du, H., Han, Y., Gao, W., Xiao, H., Zheng, J. (2019). Dietary Fibers from Fruits and Vegetables and Their Health Benefits via Modulation of Gut Microbiota. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(5), 1514-1532.
- Cummings, J. H., Hill, M. J., Bone, E. S., Branch, W. J., & Jenkins, D. J. A. (1979). The effect of meat protein and dietary fiber on colonic function and metabolism II. Bacterial metabolites in feces and urine. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 32(10), 2094-2101.
- Cummings, J. H., & Macfarlane, G. T. (1991). The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon. *Journal of Applied Bacteriology*, 70(6), 443-459.
- da Silva, J. K., Cazarin, C. B. B., Bogusz Junior, S., Augusto, F., & Marostica Junior, M. R. (2014). Passion fruit (*Passiflora edulis*) peel increases colonic production of shortchain fatty acids in Wistar rats. *LWT – Food Science and Technology*, 59(2), 1252-1257.
- Davis, L., Martinez, I., Walter, J., & Hutkins, R. (2010). A dose dependent impact of prebiotic galactooligosaccharides on the intestinal microbiota of healthy adults. *International Journal of Food Microbiology*, 144(2) 285-292.
- de Moraes Crizel, T., Jablonski, A., de Oliveira Rios, A., Rech, R., & Flôres, S. H. (2013). Dietary fiber from orange byproducts as a potential fat replacer. *LWT-Food Science and Technology*, 53(1), 9-14.
- De Souza, C. B., Jonathan, M., Saad, S. M. I., Schols, H. A., & Venema, K. (2019). Degradation of fibres from fruit by-products allows selective modulation of the gut bacteria in an in vitro model of the proximal colon. *Journal of Functional Foods*, 57, 275-285.
- Demirkol, M., & Tarakçı, Z. (2018). Effect of grape (*Vitis labrusca* L.) pomace dried by different methods on physicochemical, microbiological and bioactive properties of yoghurt. *LWT-Food Science and Technology*, 97, 770-777.

- Deng, Q., Penner, M. H., & Zhao, Y. (2011). Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins. *Food Research International*, 44(9), 2712-2720.
- Desai, M. S., Seekatz, A. M., Koropatkin, N. M., Kamada, N., Hickey, C. A., Wolter, M., Pudlo, N. A., Kitamoto, S., Terrapon, N., & Muller, A. (2016). A dietary fiber-deprived gut microbiota degrades the colonic mucus barrier and enhances pathogen susceptibility. *Cell*, 167(5), 1339-1353. e1321.
- do Espirito Santo, A. P., Cartolano, N. S., Silva, T. F., Soares, F. A., Gioielli, L. A., Perego, P., Converti, A., & 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(3): 135-144.
- do Espirito Santo, A. P., Perego, P., Converti, A., & Oliveira, M. D. (2012b). Influence of milk type and addition of passion fruit peel powder on fermentation kinetics, texture profile and bacterial viability in probiotic yoghurts. *LWT-Food Science and Technology*, 47(2), 393-399.
- Dou, J., Meng, Y., Liu, L., Li, J., Ren, D., & Guo, Y. (2015). Purification, characterization and antioxidant activities of polysaccharides from thinned-young apple. *International Journal of Biological Macromolecules*, 72, 31-40.
- Dülger, D., & Gahan, Y. (2011). Diyet lifin özellikleri ve sağlık üzerindeki etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2), 147-158.
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry*, 124(2), 411-421.
- Faraki, A., Noori, N., Gandomi, H., Banuree, S. A. H., & Rahmani, F. (2020). Effect of *Auricularia auricula* aqueous extract on survival of *Lactobacillus acidophilus* La-5 and *Bifidobacterium bifidum* Bb- 12 and on sensorial and functional properties of synbiotic yogurt. *Food Science & Nutrition*, 8(2), 1254-1263.
- Fatima, T., Bashir, O., Gani, G., Bhat, T., & Jan, N. (2018). Nutritional and health benefits of apricots. *International Journal of Unani and Integrative Medicine*, 2(2), 5-9.
- Femenia, A., Lefebvre, A. C., Thebaudin, J. Y., Robertson, J., & Bourgeois, C. M. (1997). Physical and sensory properties of model foods supplemented with cauliflower fiber. *Journal of Food Science*, 62(4), 635-639.
- Feng, C., Wang, B., Zhao, A., Wei, L., Shao, Y., Wang, Y., ... & Zhang, F. (2019). Quality characteristics and antioxidant activities of goat milk yogurt with added jujube pulp. *Food Chemistry*, 277, 238-245.
- Ferguson, L. R., Chavan, R. R., & Harris, P. J. (2001). Changing concepts of dietary fiber: implications for carcinogenesis. *Nutrition and Cancer*, 39(2), 155-169.

- Figuerola, F., Hurtado, M. a. L., Estévez, A. M. a., Chiffelle, I., & Asenjo, F. (2005). Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry*, 91(3), 395-401.
- Geraldi, M. V., Tulini, F. L., Souza, V. M., & De Martinis, E. C. P. (2018). Development of Yoghurt with Jucara Pulp (*Euterpe edulis* M.) and the Probiotic *Lactobacillus acidophilus* La5. *Probiotics Antimicrobial Proteins*, 10(1), 71-76.
- Gibson, G. R., Probert, H. M., Van Loo, J., Rastall, R. A., & Roberfroid, M. B. (2004). Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition Research Reviews*, 17(2), 259-275.
- González-Centeno, M., Rosselló, C., Simal, S., Garau, M., López, F., & Femenia, A. (2010). Physico-chemical properties of cell wall materials obtained from ten grape varieties and their byproducts: grape pomaces and stems. *LWT-Food Science and Technology*, 43(10), 1580-1586.
- Gorinstein, S., Zachwieja, Z., Folta, M., Barton, H., Piotrowicz, J., Zemser, M., Weisz, M., Trakhtenberg, S., & Martín-Belloso, O. (2001). Comparative contents of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apples. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 49(2): 952-957.
- Gouw, V. P., Jung, J., & Zhao, Y. (2017). Functional properties, bioactive compounds, and in vitro gastrointestinal digestion study of dried fruit pomace powders as functional food ingredients. *LWT-Food Science and Technology*, 80, 136-144.
- Gowd, V., Xie, L., Zheng, X., & Chen, W. (2019). Dietary fibers as emerging nutritional factors against diabetes: focus on the involvement of gut microbiota. *Critical Reviews in Biotechnology*, 39(4) 524-540.
- Göçer, E. M. Ç., Ergin, F., Arslan, A. A., & Küçükçetin, A. (2016). Farklı İnkübasyon Sıcaklığı ile İnkübasyon Sonlandırma pH'sının Probiyotik Yoğurdun Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. *Akademik Gıda*, 14(4), 341-350.
- Graf, D., Di Cagno, R., Fak, F., Flint, H. J., Nyman, M., Saarela, M., & Watzl, B. (2015). Contribution of diet to the composition of the human gut microbiota. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 26, 26164.
- Grigelmo-Miguel, N., Gorinstein, S., & Martín-Belloso, O. (1999). Characterisation of peach dietary fibre concentrate as a food ingredient. *Food Chemistry*, 65(2), 175-181.
- Güler-Akın, M. B., Goncu, B., & Akın, M. S. (2018). Some Properties of Bio-Yogurt Enriched with Cellulose Fiber. *Advances in Microbiology*, 8(01), 54.
- Hamaker, B. R., & Tuncil, Y. E. (2014). A perspective on the complexity of dietary fiber structures and their potential effect on the gut microbiota. *Journal of Molecular Biology*, 426(23), 3838-3850.
- Hasani, S., Sari, A. A., Heshmati, A., & Karami, M. (2017). Physicochemical and sensory attributes assessment of functional low-fat yogurt produced by incorporation of barley bran and *Lactobacillus acidophilus*. *Food Science and Nutrition*, 5(4), 875-880.

- Hassan, F. A., Ismail, A., Hamid, A. A., Azlan, A., & Al-sheraji, S. H. (2011). Characterisation of fibre-rich powder and antioxidant capacity of *Mangifera pajang* K. fruit peels. *Food Chemistry*, 126(1), 283-288.
- Helland, M. H., Wicklund, T., & Narvhus, J. A. (2004). Growth and metabolism of selected strains of probiotic bacteria in milk-and water-based cereal puddings. *International Dairy Journal*, 14(11), 957-965.
- Hu, G., Huang, S., Cao, S., & Ma, Z. (2009). Effect of enrichment with hemicellulose from rice bran on chemical and functional properties of bread. *Food Chemistry*, 115(3), 839-842.
- Isleten, M., & Karagul-Yuceer, Y. (2006). Effects of dried dairy ingredients on physical and sensory properties of nonfat yogurt. *Journal of Dairy Science*, 89(8), 2865-2872.
- Jambi, H. A. (2018) Evaluation of physio-chemical and sensory properties of yogurt prepared with date pits powder. *Current Science International*, 7(1): 1-9.
- Jonathan, M. C., van den Borne, J. J., van Wiechen, P., da Silva, C. S., Schols, H. A., & Gruppen, H. (2012). In vitro fermentation of 12 dietary fibres by faecal inoculum from pigs and humans. *Food Chemistry*, 133(3), 889-897.
- Jovanovic, M., Petrovic, M., Miocinovic, J., Zlatanovic, S., Lalicic Petronijevic, J., Mitic-Culafic, D., & Gorjanovic, S. (2020). Bioactivity and Sensory Properties of Probiotic Yogurt Fortified with Apple Pomace Flour. *Foods*, 9(6).
- Jovanovic-Malinovska, R., Kuzmanova, S., & Winkelhausen, E. (2015). Application of ultrasound for enhanced extraction of prebiotic oligosaccharides from selected fruits and vegetables. *Ultrason Sonochemistry*, 22: 446-453.
- Kang, M.-Y., Chung, Y.-M., & Eun, J.-B. (1999). Manufacturing and physical and chemical characteristics of fruit leathers using flesh and pomace of Japanese apricots (*Prunus mume* Sieb. et Zucc). *Korean Journal of Food Science and Technology*, 31(6), 1536-1541.
- Karnopp, A. R., Margraf, T., Maciel, L. G., Santos, J. S., & Granato, D. (2017). Chemical composition, nutritional and in vitro functional properties of by-products from the Brazilian organic grape juice industry. *International Food Research Journal*, 24(1), 207.
- Kasapoğlu, E. D., Kahraman, S., & Törnük, F. (2020). Apricot juice processing byproducts as sources of value-added compounds for food industry. *European Food Science and Engineering*, 1(1), 18-23.
- Kayran, S., & Doymaz, İ. (2017). Determination of drying kinetics and physicochemical characterization of apricot pomace in hot-air dryer. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 130(2), 1163-1170.
- Koçak, T., & Şanlıer, N. (2017). Mikrobesein öğeleri ve mikrobiyota etkileşimi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(4), 290-302.
- Kosseva, M.R. (2011). Management and processing of food wastes. In: Moo-Young, M. (Ed.), *Comprehensive Biotechnology, Environmental Biotechnology and Safety*, vol. 6. Elsevier.



- Koropatkin, N. M., Cameron, E. A., & Martens, E. C. (2012). How glycan metabolism shapes the human gut microbiota. *Nature Reviews Microbiology*, 10(5), 323-335.
- Kowaleski, J., Quast, L. B., Steffens, J., Lovato, F., dos Santos, L. R., da Silva, S. Z., ... & Felicetti, M. A. (2020). Functional yogurt with strawberries and chia seeds. *Food Bioscience*, 37, 100726.
- Küçüköner, E., & Tarakçı, Z. (2003). Influence of different fruit additives on some properties of stirred yoghurt during storage. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(2), 97-101.
- Larrauri, J. A. (1999). New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products. *Trends in Food Science & Technology*, 10(1), 3-8.
- Larrea, M., Chang, Y., & Martinez-Bustos, F. (2005). Some functional properties of extruded orange pulp and its effect on the quality of cookies. *LWT-Food Science and Technology*, 38(3), 213-220.
- Lattimer, J. M., & Haub, M. D. (2010). Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. *Nutrients*, 2(12), 1266-1289.
- Laufenberg, G., Kunz, B., & Nystroem, M. (2003). Transformation of vegetable waste into value added products:(A) the upgrading concept;(B) practical implementations. *Bioresource Technology*, 87(2), 167-198.
- Lee, W., & Lucey, J. (2010). Formation and physical properties of yogurt. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences*, 23(9), 1127-1136.
- Li, B. B., Smith, B., & Hossain, M. M. (2006). Extraction of phenolics from citrus peels I. Solvent extraction method. *Separation and Purification Technology*, 48, 182-188.
- Llobera, A., & Cañellas, J. (2007). Dietary fibre content and antioxidant activity of Manto Negro red grape (*Vitis vinifera*): pomace and stem. *Food Chemistry*, 101(2), 659-666.
- Llobera, A., & Cañellas, J. (2008). Antioxidant activity and dietary fibre of Prensal Blanc white grape (*Vitis vinifera*) by-products. *International Journal of Food Science & Technology*, 43(11), 1953-1959.
- Lario, Y., Sendra, E., García-Pérez, J., Fuentes, C., Sayas-Barberá, E., & Fernández-López, J., et al. (2004). Preparation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 5, 113-117.
- Lucey, J. & Singh, H. (1997). Formation and physical properties of acid milk gels: a review. *Food Research International*, 30:7, 529-542.
- Lv, J.-S., Liu, X.-y., Zhang, X.-p., & Wang, L.-s. (2017). Chemical composition and functional characteristics of dietary fiber-rich powder obtained from core of maize straw. *Food Chemistry*, 227, 383-389.
- Macfarlane, G. T. (1995). Microbiological aspects of the production of short-chain fatty acids in the large bowel. *Physiological and Clinical Aspect of Short-chain Fatty Acids*, 88-106.

- Macfarlane, S., & Macfarlane, G. T. (2003). Regulation of short-chain fatty acid production. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62(1), 67-72.
- Macfarlane, G. T., & Macfarlane, S. (2012). Bacteria, colonic fermentation, and gastrointestinal health. *Journal of AOAC International*, 95, 50–60.
- Mani-López, E., Palou, E., & López-Malo, A. (2014). Probiotic viability and storage stability of yogurts and fermented milks prepared with several mixtures of lactic acid bacteria. *Journal of Dairy Science*, 97:5, 2578-2590.
- Marand, M. A., Amjadi, S., Marand, M. A., Roufegarinejad, L., & Jafari, S. M. (2020). Fortification of yogurt with flaxseed powder and evaluation of its fatty acid profile, physicochemical, antioxidant, and sensory properties. *Powder Technology*, 359, 76-84.
- Martinez, R., Torres, P., Meneses, M. A., Figueroa, J. G., Perez-Alvarez, J. A., & Viuda-Martos, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food Chemistry*, 135(3), 1520-1526.
- McCleary BV, Sloane N, Draga A, & Lazewska I (2013). Measurement of total dietary fiber using AOAC Method 2009.01 (AACC International Approved Method 32-45.01): evaluation and updates. *Cereal Chemistry*, 90, 396-414
- Mirabella, N., Castellani, V., & Sala, S. (2014). Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review. *Journal of Cleaner Production*, 65, 28-41.
- Mortazavian, A. M., Ehsani, M. R., Mousavi, S. M., Reinheimer, J. A., Emamdjomeh, Z., Sohrabvandi, S., & Rezaei, K. (2006). Preliminary investigation of the combined effect of heat treatment and incubation temperature on the viability of the probiotic micro-organisms in freshly made yogurt. *International Journal of Dairy Technology*, 59(1), 8-11.
- Mousavi, M., Heshmati, A., Garmakhany, A. D., Vahidinia, A., & Taheri, M. (2019). Optimization of the viability of *Lactobacillus acidophilus* and physicochemical, textural and sensorial characteristics of flaxseed-enriched stirred probiotic yogurt by using response surface methodology. *LWT-Food Science and Technology*, 102, 80-88.
- Mudgil, D., & Barak, S. (2013). Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: a review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 61, 1-6.
- Mudgil, D., Barak, S., & Khatkar, B. (2012). X-ray diffraction, IR spectroscopy and thermal characterization of partially hydrolyzed guar gum. *International Journal of Biological Macromolecules*, 50(4), 1035-1039.
- Muhammad, K., Zahari, N. I. M., Gannasin, S. P., Adzahan, N. M., & Bakar, J. (2014). High methoxyl pectin from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel. *Food Hydrocolloids*, 42, 289–297.
- Muniandy, P., Shori, A. B., & Baba, A. S. (2017). Comparison of the effect of green, white and black tea on *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus* spp. in

- yogurt during refrigerated storage. *Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences*, 22:1, 26-30.
- Najgebauer-Lejko, D., Żmudziński, D., Ptaszek, A., & Socha, R. (2014). Textural properties of yogurts with green tea and Pu-erh tea additive. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(4), 1149-1158.
- Ndeh, D., Rogowski, A., Cartmell, A., Luis, A. S., Baslé, A., Gray, J., ... & Gilbert, H. J. (2017). Complex pectin metabolism by gut bacteria reveals novel catalytic functions. *Nature*, 544(7648), 65-70.
- Nizamlioğlu, N.M., & Nas, S. (2010). Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, Cilt:5, No: 1, 20-35.
- Oh, N. S., Lee, J. Y., Joung, J. Y., Kim, K. S., Shin, Y. K., Lee, K. W., Kim, S. H., Oh, S., & Kim, Y. (2016). Microbiological characterization and functionality of set-type yogurt fermented with potential prebiotic substrates *Cudrania tricuspidata* and *Morus alba* L. leaf extracts. *Journal of Dairy Science*, 99(8), 6014-6025.
- Oliveira, R. P., Florence, A. C., Silva, R. C., Perego, P., Converti, A., Gioielli, L. A., & Oliveira, M. N. (2009). Effect of different prebiotics on the fermentation kinetics, probiotic survival and fatty acids profiles in nonfat symbiotic fermented milk. *International Journal of Food Microbiology*, 128(3), 467-472.
- O'Shea, N., Arendt, E. K., & Gallagher, E. (2012). Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 16, 1-10.
- Pagan, J., & Ibarz, A. (1999). Extraction and rheological properties of pectin from fresh peach pomace. *Journal of Food Engineering*, 39(2), 193-201.
- Panesar, P. S., & Kumari, S. (2011). Lactulose: production, purification and potential applications. *Biotechnology Advances*, 29(6), 940-948.
- Pasephol, T., Small, D. M., & Sherkat, F. (2008). Rheology and texture of set yogurt as affected by inulin addition. *Journal of Texture Studies*, 39(6), 617-634.
- Perez-Chabela, M. D. L., Cebollon-Juarez, A., Bosquez-Molina, E., & Totosaus, A. (2021). Mango peel flour and potato peel flour as bioactive ingredients in the formulation of functional yogurt. *Food Science and Technology*.
- Pettolino, F. A., Walsh, C., Fincher, G. B., & Bacic, A. (2012). Determining the polysaccharide composition of plant cell walls. *Nature Protocols*, 7(9), 1590-1607.
- Porter, N. T., & Martens, E. C. (2017). The critical roles of polysaccharides in gut microbial ecology and physiology. *Annual Review of Microbiology*, 71: 349-369.
- Prasad, K. N., & Bondy, S. C. (2019). Dietary fibers and their fermented short-chain fatty acids in prevention of human diseases. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 17, 100170.

- Raikos, V., Ni, H., Hayes, H., & Ranawana, V. (2019). Antioxidant properties of a yogurt beverage enriched with salal (*Gaultheria shallon*) berries and blackcurrant (*Ribes nigrum*) pomace during cold storage. *Beverages*, 5(1), 2.
- Ranadheera, C. S., Evans, C. A., Adams, M. C., & Baines, S. K. (2012). Probiotic viability and physico-chemical and sensory properties of plain and stirred fruit yogurts made from goat's milk. *Food Chemistry*, 135(3), 1411-1418.
- Ridley, B. L., O'Neill, M. A., & Mohnen, D. (2001). Pectins: structure, biosynthesis, and oligogalacturonide-related signaling. *Phytochemistry*, 57(6), 929-967.
- Ríos-Covián, D., Ruas-Madiedo, P., Margolles, A., Gueimonde, M., De Los Reyes-gavilán, C. G., & Salazar, N. (2016). Intestinal short chain fatty acids and their link with diet and human health. *Front Microbiology*, 7, 185.
- Roberfroid, M. (2004). Inulin-type fructans: functional food ingredients. *CRC Press*.
- Rockenbach, I. I., Rodrigues, E., Gonzaga, L. V., Caliari, V., Genovese, M. I., Gonçalves, A. E. d. S. S., & Fett, R. (2011). Phenolic compounds content and antioxidant activity in pomace from selected red grapes (*Vitis vinifera* L. and *Vitis labrusca* L.) widely produced in Brazil. *Food Chemistry*, 127(1), 174-179.
- Rodríguez, R., Jimenez, A., Fernández-Bolanos, J., Guillen, R., & Heredia, A. (2006). Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. *Trends in Food Science & Technology*, 17(1), 3-15.
- Rodríguez-Costa, S., Cardelle-Cobas, A., Roca-Saavedra, P., Porto-Arias, J. J., Miranda, J. M., & Cepeda, A. (2018). In vitro evaluation of the prebiotic effect of red and white grape polyphenolic extracts. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 74(1), 101-110.
- Sah, B. N., Vasiljevic, T., McKechnie, S., & Donkor, O. N. (2016a). Effect of pineapple waste powder on probiotic growth, antioxidant and antimutagenic activities of yogurt. *Journal of Food Science and Technology*, 53(3), 1698-1708.
- Sah, B., Vasiljevic, T., McKechnie, S., & Donkor, O. (2016b). 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.
- Sah, B. N. P., Vasiljevic, T., McKechnie, S., & Donkor, O. N. (2016c). Antibacterial and antiproliferative peptides in synbiotic yogurt—release and stability during refrigerated storage. *Journal of Dairy Science*, 99(6), 4233-4242.
- Samur, G., & Mercanlıgil, S. M. (2008). Diyet posasi ve beslenme. The Ministry of Health of Turkey, The General Directorate of Primary Health Care.
- Sayar, S., Jannink, J.-L., & White, P. J. (2007). Digestion residues of typical and high- $\beta$ -glucan oat flours provide substrates for in vitro fermentation. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 55(13), 5306-5311.
- Schieber, A., Stintzing, F. C., & Carle, R. (2001). By-products of plant food processing as a source of functional compounds—recent developments. *Trends in Food Science & Technology*, 12(11), 401-413.

- Schmitt, C., & Turgeon, S. L. (2011). Protein/polysaccharide complexes and coacervates in food systems. *Advances in Colloid and Interface Science*, 167(1-2), 63-70.
- Seker, I. T., Ozboy-Ozbas, O., Gokbulut, I., Ozturk, S., & Koksel, H. (2009). Effects of fiber-rich apple and apricot powders on cookie quality. *Food Science and Biotechnology*, 18(4), 948-953.
- Sendra, E., Kuri, V., Fernández-López, J., Sayas-Barbera, E., Navarro, C., & Perez-Alvarez, J. A. (2010). Viscoelastic properties of orange fiber enriched yogurt as a function of fiber dose, size and thermal treatment. *LWT-Food Science and Technology*, 43(4), 708-714.
- Sfakianakis, P. & Tzia, C. (2014). Conventional and innovative processing of milk for yogurt manufacture; development of texture and flavor: A review. *Foods*, 3:1, 176-193.
- Shori, A. B. (2013). Antioxidant activity and viability of lactic acid bacteria in soybean-yogurt made from cow and camel milk. *Journal of Taibah University for Science*, 7(4), 202-208.
- Slavin, J. (2013). Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits. *Nutrients*, 5(4), 1417-1435.
- Sonnenburg, J. L., & Bäckhed, F. (2016). Diet–microbiota interactions as moderators of human metabolism. *Nature*, 535(7610), 56-64.
- Srisuvor, N., Chinprahast, N., Prakitchaiwattana, C., & Subhimaros, S. (2013). Effects of inulin and polydextrose on physicochemical and sensory properties of low-fat set yoghurt with probiotic-cultured banana purée. *LWT-Food science and Technology*, 51(1), 30-36.
- Staffolo, M. D., Bertola, N., & Martino, M. (2004). Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *International Dairy Journal*, 14(3), 263-268.
- Sun-Waterhouse, D. (2011). The development of fruit-based functional foods targeting the health and wellness market: a review. *International Journal of Food Science and Technology*. 46, 899-920.
- Tamime, A. Y. & Robinson, R. K. (2007). *Tamime and Robinson's Yoghurt Science and Technology* (Third Edition). Woodhead Publishing Ltd., 791 Sayfa, England.
- Tamura, M., Ohnishi, Y., Kotani, T., & Gato, N. (2011). Effects of new dietary fiber from Japanese Apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) on gut function and intestinal microflora in adult mice. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(4), 2088-2099.
- Tarakçı, Z., & Küçüköner, E. (2003). Physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of some fruit-flavored yoghurt. *YYÜ Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14(2), 10-14.
- Tarakçı, Z. (2010). Influence of kiwi marmalade on the rheology characteristics, color values and sensorial acceptability of fruit yogurt. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(2), 173-8.

- Tavman, Ş., Kumcuoğlu, S., & Akkaya, Z. (2009). Bitkisel Ürünlerin Atıklarından Antioksidan Maddelerin Ultrason Destekli Ekstraksiyonu. *Gıda Dergisi*, 34(3).
- Tejada-Ortigoza, V., Garcia-Amezquita, L. E., Serna-Saldívar, S. O., & Welti-Chanes, J. (2016). Advances in the functional characterization and extraction processes of dietary fiber. *Food Engineering Reviews*, 8(3), 251-271.
- Temiz, H., Tarakçı, Z., & Islam, A. (2014). Effect of cherry laurel marmalade on physicochemical and sensorial characteristics of the stirred yogurt during storage time. *Stress*, 5, 7.
- Terpou, A., Bekatorou, A., Kanellaki, M., Koutinas, A. A., & Nigam, P. (2017). Enhanced probiotic viability and aromatic profile of yogurts produced using wheat bran (*Triticum aestivum*) as cell immobilization carrier. *Process Biochemistry*, 55, 1-10.
- Theuwissen, E., & Mensink, R. P. (2008). Water-soluble dietary fibers and cardiovascular disease. *Physiology & Behavior*, 94(2), 285-292.
- Thibault, J.-F., Lahaye, M., & Guillon, F. (1992). Physico-chemical properties of food plant cell walls: Dietary fibre—a component of food, *Ed*, Springer, pp: 21-39.
- Tomic, N., Dojnov, B., Miocinovic, J., Tomasevic, I., Smigic, N., Djekic, I., & Vujcic, Z. (2017). Enrichment of yoghurt with insoluble dietary fiber from triticale—A sensory perspective. *LWT-Food Science and Technology*, 80, 59-66.
- Topping, D. L., & Clifton, P. M. (2001). Short-chain fatty acids and human colonic function: roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides. *Physiological Reviews*.
- Tosh, S. M., & Yada, S. (2010). Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications. *Food Research International*, 43(2), 450-460.
- Tseng, A., & Zhao, Y. (2012). Effect of different drying methods and storage time on the retention of bioactive compounds and antibacterial activity of wine grape pomace (Pinot Noir and Merlot). *Journal of Food Science*, 77(9), H192-H201.
- Tseng, A., & Zhao, Y. (2013). Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. *Food Chemistry*, 138, 356-365.
- Tuncil, Y. E. (2016). Complex glycan utilization preferences of human gut bacteria. Purdue University.
- Tuncil, Y. E., Nakatsu, C. H., Kazem, A. E., Arioglu-Tuncil, S., Reuhs, B., Martens, E. C., & Hamaker, B. R. (2017). Delayed utilization of some fast-fermenting soluble dietary fibers by human gut microbiota when presented in a mixture. *Journal of Functional Foods*, 32, 347-357.
- Tuncil, Y. E., Thakkar, R. D., Arioglu-Tuncil, S., Hamaker, B. R., & Lindemann, S. R. (2018). Fecal microbiota responses to bran particles are specific to cereal type and in vitro digestion methods that mimic upper gastrointestinal tract passage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(47), 12580-12593.

- Tuncil, Y., Jondiko, T., Tilley, M., Hays, D., & Awika, J. (2016). Combination of null alleles with 7+ 9 allelic pair at Glu-B1 locus on the long arm of group 1 chromosome improves wheat dough functionality for tortillas. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 683-688.
- Vitali, B., Ndagijimana, M., Maccaferri, S., Biagi, E., Guerzoni, M. E., & Brigidi, P. (2012). An in vitro evaluation of the effect of probiotics and prebiotics on the metabolic profile of human microbiota. *Anaerobe*, 18(4), 386-391.
- Wang, H., & Thomas, R. (1989). Direct use of apple pomace in bakery products. *Journal of Food Science*, 54(3): 618-620.
- Wang, S., Chen, F., Wu, J., Wang, Z., Liao, X., & Hu, X. (2007). Optimization of pectin extraction assisted by microwave from apple pomace using response surface methodology. *Journal of Food Engineering*, 78(2), 693-700.
- Wang, L., Xu, H., Yuan, F., Pan, Q., Fan, R., & Gao, Y. (2015). Physicochemical characterization of five types of citrus dietary fibers. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 4(2), 250-258.
- Wang, M., Wichienchot, S., He, X., Fu, X., Huang, Q., & Zhang, B. (2019a). In vitro colonic fermentation of dietary fibers: Fermentation rate, short-chain fatty acid production and changes in microbiota. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 1-9.
- Wang, X., Kristo, E., & LaPointe, G. (2019b). The effect of apple pomace on the texture, rheology and microstructure of set type yogurt. *Food Hydrocolloids*, 91, 83-91.
- Wiederschain, G. Y. (2009). Essentials of glycobiology.
- Wong, J. M., De Souza, R., Kendall, C. W., Emam, A., & Jenkins, D. J. (2006). Colonic health: fermentation and short chain fatty acids. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 40(3), 235-243.
- Wood, P. J., Arrigoni, E., Miller, S. S., & Amadò, R. (2002). Fermentability of oat and wheat fractions enriched in  $\beta$ -glucan using human fecal inoculation. *Cereal Chemistry*, 79(3), 445-454.
- Worthley, D. L., Le Leu, R. K., Whitehall, V. L., Conlon, M., Christophersen, C., Belobrajdic, D., Mallitt, K.-A., Hu, Y., Irahara, N., & Ogino, S. (2009). A human, double-blind, placebo-controlled, crossover trial of prebiotic, probiotic, and synbiotic supplementation: effects on luminal, inflammatory, epigenetic, and epithelial biomarkers of colorectal cancer. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 90(3), 578-586.
- Yang, J., Martinez, I., Walter, J., Keshavarzian, A., & Rose, D. J. (2013). In vitro characterization of the impact of selected dietary fibers on fecal microbiota composition and short chain fatty acid production. *Anaerobe*, 23, 74-81.
- Zhao, G., Zhang, R., Dong, L., Huang, F., Tang, X., Wei, Z., & Zhang, M. (2018). Particle size of insoluble dietary fiber from rice bran affects its phenolic profile, bioaccessibility and functional properties. *LWT-Food Science and Technology*, 87, 450-456.

## ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Melike DEMİRKOL
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	■ T.C.
Telefon	
E-Posta Adresi	

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Gıda Mühendisliği Bölümü
Mezuniyet Yılı	13.06.2008
Yüksek Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	22.01.2016
Doktora	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	Tarih girmek için tıklayın veya dokunun.
Yayımlar	
1. Çelik Ömer Faruk, Demirkol Melike, Durmuş Yusuf, Tarakçı Zekai (2020). Effects of drying method on the phenolics content and antioxidant activities of cherry laurel ( <i>Prunus laurocerasus</i> L.). <i>Journal of Food Measurement and Characterization</i> , 14(1), 48-54., Doi: 10.1007/s11694-019-00266-6	
2. Demirkol Melike, Tarakçı Zekai (2018). Effect of grape ( <i>Vitis labrusca</i> L.) pomace dried by different methods on physicochemical, microbiological and	



bioactive properties of yoghurt. *Lwt Food Science and Technology*, 97, 770-777.,  
Doi: 10.1016/j.lwt.2018.07.058

3. Mehmetođlu Serdar, Tarakçı Zekai, Demirkol Melike, akıcı Neslihan, Gúney Fazıl (2017). Gıda katkı maddesi olarak propolis. *Arıcılık Arastırma Dergisi*, 9(1), 32-39.

4. Demirkol Melike, elik Ömer Faruk, Tarakçı Zekai (2017). Ordu ilinde yetişen sakarca (*Ornithogalum umbellatum*) bitkisinin antibakteriyel aktivitesi ve toplam fenolik madde içeriği. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 312-318.

5. Şimşek Atilla, Şimşek Aylin, Demirkol Melike, Turan Emre (2017). Macro, trace and toxic elements of 4 different edible wild plants from Karadeniz Region. *International Journal of Secondary Metabolite*, 4, 225-237., Doi: 10.21448/ijsm.371605

6. Dağ Beşir, Tarakçı Zekai, Demirkol Melike (2016). Effect of some total phenolic antioxidants physico chemical properties mineral and heavy metal content of apricots drying types. *Yaşam Bilimleri Dergisi*, 6(2), 238-250.

7. Gül Osman, Mortaş Mustafa, Dervişoğlu Muhammet, Er Mehtap, Atmaca Melike, Atalar İlyas (2016). Furfural contents and some physical and chemical properties of raisins. *Akademik Gıda*, 14(3), 235-241.

8. Tarakçı Zekai, Demirkol Melike (2016). Yoğurdun fizikokimyasal özelliklerine kurutulmuş goji berry meyvesinin (*Lycium barbarum*) etkisi. *Bilim ve Teknolojisi Dergisi*