

## Yeşil Meyveli Soğuk İçeceklerin Probiyotik Bakteriler ile Fermantasyonu: Biyoaktif, Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özellikleri

Selin KALKAN<sup>1\*</sup>, Emine KIRKOÇOĞLU<sup>2</sup>, Zeliha KAYA<sup>3</sup>, Mustafa Remzi OTAĞ<sup>4</sup>

### Öz

Bu çalışmada, ıspanak, maydanoz, kivi, yeşil elma ve elma suyu ile yapılan yeşil meyve (YS) bazlı probiyotik soğuk bir içecek formülasyonunun geliştirilmesini amaçlamıştır. *Bifidobacterium animalis ssp lactis* B94 ve *Lactobacillus rhamnosus* GG olmak üzere iki ticari laktik asit bakterisi (LAB) kullanılarak hazırlanan yeşil meyveli soğuk içeceklerin (YS), fenolik bileşik içeriği, antioksidan kapasiteleri ve fizikokimyasal özellikleri 4 °C'deki 7 günlük depolama süresi boyunca araştırılmıştır. Tüm örneklerin pH, titrasyon asiditesi, kül, kuru madde, brix, yoğunluk ve renk değerleri belirlenmiştir. 7 günlük depolama süresinden sonra elde edilen sonuçlar doğrultusunda, her iki YS, LAB büyümesi için uygun matrisler olduğu ve fermantasyon sonrası koloni sayılarının 6,26 - 9,45 log KOB/mL arasında değiştiği tespit edilmiştir. YS toplam fenolik ve flavonoid miktarı fermantasyon sonrasında artış göstermiştir. Örneklerin toplam fenolik içerikleri 139,84 ile 146,29 gallik asit eşdeğeri (mg/L) arasında belirlenmiştir. Benzer şekilde, DPPH ve ABTS yöntemlerine dayalı antioksidan kapasitelerin önemli ölçüde ve özellikle depolamanın ilk gününde artış gösterdiği tespit edilmiştir ( $p \leq 0,05$ ). Sonuç olarak, YS'de probiyotik bakterilerin depolama süresi boyunca tatmin edici bir düzeyde kaldığı ve bu nedenle YS probiyotiklerin ve liflerin dahil edilmesi için uygun bir içecek olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Antioksidan kapasite, Fonksiyonel içecek, Mikrobiyel canlılık, Probiyotik, Meyveli soğuk içecek.

## Fermentation of Green Fruit-Based Cold Beverages by Probiotic Bacteria: Bioactive, Microbiological and Physicochemical Properties

### Abstract

This study aims to develop a green fruit (YS)-based probiotic cold beverage formulation made with spinach, parsley, kiwi, green apple, and apple juice. Two commercial lactic acid bacteria (LAB), namely *Bifidobacterium animalis ssp lactis* B94 and *Lactobacillus rhamnosus* GG were used to investigate the effects on the phenolic compounds, antioxidant capacities and physicochemical properties of the YS during 7 days of storage at 4 °C. The physicochemical characterization of the formulations with better performance regarding the maintenance of probiotic counts was carried out. The pH, titration acidity, ash, dry matter, brix, density and color values of all samples were determined. After the period of storage for 7 days, results showed that both YS were favourable matrices for LAB growth and the colony counts remained between 6.26 – 9.45 log CFU/mL after fermentation. Total phenolics and flavonoids in YS were increased after fermentation period. The total phenolic contents of the samples were varied between 139.84 and 146.29 gallic acid equivalent in mg/L. Correspondingly, antioxidant capacities based on DPPH and ABTS methods were improved significantly and positively ( $p \leq 0.05$ ) especially in the first day of the storage. Consequently, the YS can be considered an appropriate vehicle for the incorporation of probiotics and fibres, whereas, the probiotic bacteria remain at a satisfactory level throughout storage.

**Keywords:** Antioxidant capacity, Functional beverage, Microbial viability, Probiotic, Fruit-based cold beverages.

<sup>1</sup>Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Giresun, Türkiye, [selin.kalkan@giresun.edu.tr](mailto:selin.kalkan@giresun.edu.tr)

<sup>2</sup>Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Giresun, Türkiye, [eminekirkocoglu@gmail.com](mailto:eminekirkocoglu@gmail.com)

<sup>3</sup>Giresun Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Giresun, Türkiye, [zeliha.kaya@giresun.edu.tr](mailto:zeliha.kaya@giresun.edu.tr)

<sup>4</sup>Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Giresun, Türkiye, [mustafa.otag@giresun.edu.tr](mailto:mustafa.otag@giresun.edu.tr)

## 1. Giriş

Meyve ve sebzeler, insan beslenmesinin temel bir parçasıdır. Özellikle, diyet lifi, vitaminler ve çeşitli fitokimyasallar açısından zengindirler. Sayısız çalışma, sağlığı teşvik etmede ve hipertansiyon, kanser, koroner kalp hastalığı, inme gibi belirli kronik hastalıkların önlenmesinde önemli bir rol oynadıklarını kanıtlamıştır. Ayrıca, meyve ve sebzeler renkli, lezzetli ve tat verici bileşikler açısından zengin olup, pek çok duyuşsal his sağlarlar (Cagno ve ark., 2011; Mirmiran ve ark., 2014).

Çeşitli çalışmalar, yeterli miktarda meyve ve sebze tüketiminin bazı kronik hastalıkların (Ör; hipertansiyon koroner kalp hastalıkları ve inme riski) önlenmesinde etkin olduğunu belirtmektedir (Dauchet ve ark., 2007; He ve ark., 2007). Meyve ve sebze tüketimini artırmak için, alternatif ve/veya tamamlayıcı olarak gıda endüstrisi meyve-sebzeli soğuk içecek üretimini sunmaktadır.

Meyve-sebzeli soğuk içecekler (Smoothieler), taze meyve ve sebzelerden oluşan karışımlar olarak ilk kez 1960'larda Amerika Birleşik Devletleri'nde tanıtılmış ve 2000'lerde yeniden ortaya çıkmıştır (Titus, 2008). Smoothie üretimi, genellikle tohumları ve kabuklarını çıkardıktan sonra meyve ve sebzelerin ezilmiş veya püre haline getirilmiş karışımlarının kullanılmasına dayanmaktadır (Qian, 2006). Bu meyve ve sebze karışımları çoğunlukla rengi, lezzeti, içilebilir dokusu ve özellikle düşük enerji içeriği ile yüksek besin değerini garanti etmek için seçilir. Aynı zamanda smoothieler, özellikle taze meyve ve sebzeleri tedarik edemeyen ve/veya tüketimini pratik bulmayan insanlara da bir alternatif olarak sunulabilmektedir. Üretim ve içeriğe bağlı olarak, bir smoothie en az bir porsiyon meyve veya sebzenin besin değerini yerine koymak için yeterli olabilmektedir (Watzl, 2008).

Yapılan araştırmalara göre, smoothielerle ilgili literatür oldukça sınırlıdır. Bazı çalışmalarda smoothielerin raf ömrü ve duyuşsal özellikleri üzerinde ısı ve darbeleri elektrik alanların etkisi araştırılmıştır (Walkling-Ribeiro ve ark., 2010). Başka bir çalışmada Muller ve ark. (2010) farklı meyve formülasyonlarının antioksidan kapasitesi ve biyoaktif özelliklerini ele almışlardır. Seçilmiş laktik asit bakterilerinin (LAB) smoothielerin fermantasyonunda kullanımıyla ilgili ise literatürde sınırlı sayıda çalışma yer almaktadır.

Yeşil meyveli soğuk içeceklerin üretiminde kullanılan ıspanak (*Spinacia oleracea*), genellikle taze veya dondurulmuş yaprakları haşlanarak tüketilen en önemli antioksidan sebzelerden biridir. Yeni kesilmiş ıspanak yaprakları kilogram başına yaklaşık 1.000 mg toplam flavonoid içerir (Lomnitski ve ark., 2003). Maydanoz ise, antioksidan, hepatoprotektif, nöroprotektif, antidiyabetik, analjezik, spazmolitik, immünoşüpresan, antikoagülan, anti-ülser, laksatif, östrojenik, diüretik, hipotansif, antibakteriyel ve antifungal aktiviteler gibi çeşitli kanıtlanmış farmakolojik özelliklere sahip bir tıbbi bitkidir (Farzaei ve ark., 2013). İçeceklerin üretiminde kullanılan bir diğer yeşil meyve olan kivi meyvesinin çeşitli farmakolojik aktiviteleri, onun önemli besin ve aktif içeriklerinden kaynaklanmaktadır. Kivi meyvesi, çeşitli proteinler, vitaminler (Vit A, Vit C, Vit E, Vit K, vb.) ve

mineraller (potasyum, kalsiyum, demir, magnezyum, vb.) açısından zengin bir kaynaktır ve polifenoller, polisakkaritler, terpenoidler, alkaloidler vb. dahil olmak üzere geniş bir yelpazede biyoaktif bileşenler içerir. Bu bileşenler, çeşitli fizyolojik olarak aktif işlevlere sahiptir ve bu nedenle gıda, eczacılık ve kozmetik endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kivi meyvesi ve biyoaktif bileşenleri bu nedenle fonksiyonel gıdalar ve nutrasötik bileşenler olarak araştırılmaktadır. Gıda endüstrisinde, kivi meyvesi genellikle korunmuş meyveler, meyve tozları ve meyve içeceklerine işlenmiştir. Kivi meyvesi yapraklarının ekstrelerinin serbest radikal hasarından koruduğu ve bu nedenle antioksidan gıda katkı maddeleri olarak kullanılabilmesi bildirilmiştir (Li ve ark., 2024). Elma meyvesinin iç kalite özellikleri, fenolik bileşikler, askorbik asit, tiyoller,  $\beta$ -karoten, fitosteroller ve pektinler dahil olmak üzere diyet lifi gibi çok sayıda biyolojik olarak aktif bileşikle karakterize edilir. Fenolik bileşikler grubunda, elma meyvelerinde en yüksek konsantrasyonda bulunanlar klorojenik asit, (+)-kateşin, (-)-epikateşin, rutin, florizin, kuersetin ve bir grup prosiyanidinlerdir. Bu bileşiklerin çoğu antioksidan aktivite sergiler ve serbest radikallerin giderilmesinde rol oynar (Sawicka ve ark., 2023). Elma suyunda bulunan fenolik bileşikler, sitoprotektif özellikleri nedeniyle biyolojik aktivite sergileyen çeşitli sistemlerde güçlü antioksidan özellikler göstermektedir. Bu bileşikler, kanser, koroner hastalıklar ve nörodejeneratif hastalıklar (Alzheimer ve Parkinson) gibi çeşitli hastalıkların görülme riskinin azaltılması ile ilişkilendirilmektedir (Silva ve ark., 2018).

Çeşitli teknolojik seçenekler arasında, LAB tarafından yapılan fermantasyon, meyve ve sebzelerin güvenlik, besin değeri, duyu özellikleri ve raf ömrü özelliklerini korumak ve/veya iyileştirmek için doğal ve değerli bir biyoteknoloji olarak değerlendirilebilmektedir. Gıdalarda yaygın olarak kullanılan probiyotik bakteriler *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* cinslerine ait türlerdir. Bunlardan *L. rhamnosus* ise en sık başvuru probiyotik bakteri türüdür ve “GRAS” yani tüketimi genellikle güvenli olarak tanımlanmıştır. Bu probiyotik bakterinin sağlık üzerinde bağışıklık sistemini güçlendirme, gastrointestinal enfeksiyonları, diareyi ve gıda kaynaklı bazı alerjileri önleme gibi faydaları vardır (Turhan ve ark., 2019). Son zamanlarda yapılan çalışmalar, seçilmiş otokton LAB starterlerinin kullanımının, fermente havuç, yeşil fasulye, domates suyu, kırmızı ve sarı biber, ananas meyvesi ve vişne püresinde uzun raf ömrünü garanti ettiğini ve ayrıca besin değeri, reoloji ve duyu özellikleri koruduğunu göstermiştir (Di Cagno ve ark., 2008; 2009a,b; 2010a,b). Fermente meyvelerin istenen özelliklerini elde etmek için LAB'nin ham maddeye özgül karakteristiklere uyum sağlaması gerekmektedir. Spontane fermantasyonlar genellikle çeşitli doğal ve kontaminasyon kaynaklı mikroorganizmaların rekabetçi etkinlikleri sonucunda meydana gelir ve başarısızlık riskini yüksek tutabilir. Starter kültür kullanımı, bozulmaya neden olan patojenik bakterilerin hızlı bir şekilde inhibisyonuna ve tutarlı duyu ve besinsel kaliteye sahip işlenmiş bir meyve/meyve suyu elde edilmesine olanak sağlaması nedeniyle tercih edilmektedir (Rodríguez ve ark., 2010).

Bu çalışmada, ıspanak, maydanoz, kivi, yeşil elma ve elma suyu ile hazırlanan yeşil meyve bazlı probiyotik bir soğuk içecek formülasyonu geliştirmek amaçlanmıştır. *Bifidobacterium animalis ssp. lactis* B94 ve *Lactobacillus rhamnosus* GG olmak üzere iki ticari LAB kullanılarak geliştirilen YS'lerin fenolik bileşik içeriği, antioksidan kapasiteleri, mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri, örneklerin 4 °C'de 7 günlük depolama süresince incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Probiyotik Bakteriyel Kültürlerin Hazırlanması

Çalışmada kullanılan LAB, *Bifidobacterium animalis ssp. lactis* B94 ve *Lactobacillus rhamnosus* GG olmak üzere iki ticari suş, Giresun Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü kültür koleksiyonundan elde edilmiştir. Bu bakteri kültürleri, %30 gliserol (v/v) içeren de Man, Rogosa Sharp (MRS) besiyeri içinde -80 °C'de saklanmıştır. Aktivasyon için 1,5 mL kültür, 150 mL MRS Broth besiyerine eklenerek 37 °C'de 12 saat inkübe edilmiştir. Elde edilen bu süspansiyon daha sonra 150 mL MRS Broth besiyeri için inokulum olarak kullanılmış ve 37 °C'de 12 saat inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra, bakteriler santrifüjlenerek (6000×g, 10 dakika, 4 °C) toplanmış ve eşit hacimde, sterilize su ile iki kez yıkanmıştır.

### 2.2. Probiyotik Yeşil Meyveli Soğuk İçeceklerin Üretimi

Probiyotik yeşil meyveli soğuk içeceklerin (YS) üretimde kullanılan ıspanak, maydanoz, kivi, yeşil elma Giresun ili (Türkiye) yerel pazarlarından, elma suyu ise sterilize edilmiş olarak temin DİMES A.Ş.'den temin edilmiştir. Alınan tüm meyve ve sebzeler musluk suyuyla yıkanarak ardından 0,1 ppm sıvı klor (EcoLab Cleaning Systems Co. Ltd., >30% dekolorant, Türkiye) ile dezenfekte edilmiştir. YS'lerin hazırlanması için elma suyu (500 mL), ıspanak (200 g), kivi (100 g), maydanoz (50 g) ve yeşil elma (200 g) bir blendere (Simbo, Türkiye) konulmuş ve karıştırılmıştır. Daha sonra, örnekler su banyosu kullanılarak 85 °C'de 10 dakika boyunca pastörize edilmiştir. Isıl işleminden sonra, hazırlanan içecekler hızla oda sıcaklığına soğutularak ve pastörize edilmiş örneklerin 1 L'sine 10 mL bireysel inokülumlar ( $\approx 9,8 \times 10^9$  KOB/mL; LAB) eklenerek örnekler 37 °C'de 48 saat boyunca inkübe edilmiştir. Aynı koşullarda starter kültür ilavesi yapılmamış taze örnekler kontrol grubu olarak kullanılmıştır. İnkübasyondan sonra, tüm örnekler 7 gün boyunca buzdolabında saklanmıştır.

### 2.3. Fizikokimyasal Analizler

Örneklerin pH değerleri bir pH metre (FiveEasy Plus pH metre FP20, Mettler Toledo, ABD) kullanılarak ölçülmüştür. Titre edilebilir asitliği titrimetrik yöntemle belirlenmiş ve sonuçlar malik asit olarak g.100 mL<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir. Toplam çözünür katı (TSS) değerleri °Brix cinsinden ve yoğunluk değerleri bir yoğunlukölçer (Anton Paar GmbH, DMA 4500 M, ABD) kullanılarak belirlenmiştir. Toplam kuru madde ve kül değerleri gravimetrik yöntemle belirlenmiştir. Örneklerin renk parametreleri  $L^*$  (parlaklık),  $a^*$  (kırmızı-yeşil) ve  $b^*$  (sarı-mavi) bir HunterLab MiniScan EZ (Hunter Associates Laboratory, Inc., ABD) cihazıyla beyaz standart bir yüzey üzerinde ölçülmüş, renk değişiklikleri ( $\Delta E^*$ ) aşağıdaki denklem (1) kullanılarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013; Sengun ve ark., 2020).

$$\Delta E^* = [(L_o^* - L^*)^2 + (a_o^* - a^*)^2 + (b_o^* - b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

### 2.4. DPPH Radikal Süpürme Analizi

Örneklerin DPPH radikal giderme aktivitesi, Kwaw ve ark. (2018) tarafından bildirilen yöntemin modifikasyonu ile belirlenmiştir. Kısaca, 2 mL seyreltilmiş YS örnekleri, 4 mL DPPH metanol çözeltisi (0.045 mg/mL) ile karıştırılmıştır. Karışım karanlık bir ortamda 30 dakika bekletilmiş ve absorpsiyon 517 nm'de UV-VIS spektrofotometre kullanılarak izlenmiştir. Sonuçlar, DPPH radikal inhibisyonu yüzde (%) olarak ifade edilmiştir (Sengun ve ark., 2020).

### 2.5. ABTS Antioksidan Kapasite Analizi

ABTS radikal giderme aktivitesi, Tao ve ark. (2016) tarafından bildirilen yöntemin modifikasyonu ile belirlenmiştir. Kısaca, 7 mmol/L ABTS çözeltisi, eşit hacimde 2.45 mmol/L K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> çözeltisi ile karıştırılmış ve karanlık bir ortamda 16 saat bekletilerek ABTS radikal katyonu oluşturulmuştur. Daha sonra, karışım %80 etanol çözeltisiyle seyreltilmiş ve 734 nm'de absorpsiyonun  $0.70 \pm 0.02$  olması sağlanmıştır. Örnek (0.3 mL) ve 5 mL ABTS çözeltisi karıştırılmış ve 6 dakika boyunca reaksiyona bırakılmıştır. Ardından, absorpsiyon 734 nm'de UV-VIS spektrofotometre kullanılarak okunmuştur. Sonuçlar, ABTS radikal inhibisyonunun yüzdesi olarak ifade edilmiştir (Tao ve ark., 2016).

## 2.6. Toplam Fenolik Madde İçeriği

Örneklerin toplam fenolik içeriği Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Singleton ve Rossi, 1965). Kısaca, 1 mL karışımın büyük filtreden geçirilerek elde edilen süzüntüsü, 75 mL distile suya eklenmiştir. Ardından, 5 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi (10% v/v, Sigma-Aldrich-BCBR8781V) karışıma eklenerek karıştırılmış ve oda sıcaklığında 3 dakika bekletilmiştir. Daha sonra, doymuş Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisi 10 mL olarak karışıma eklenerek oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 90 dakika bekletilmiştir. Absorbans değerleri 720 nm'de ölçülmüştür. Referans standart olarak gallik asit (Merck- M842649) kullanılmış ve sonuçlar gallik asit eşdeğerinde mg/L olarak ifade edilmiştir (Sengun ve ark., 2020).

## 2.7. Mikrobiyolojik Analizler

Her bir örnek için hazırlanan seri dilüsyonlardan, örneklerin *L. rhamnosus* GG sayılarının belirlenmesi için MRS (pH 6.2 ± 0.2, Merck) besiyeri kullanılarak ekim yapılmış, ekim sonrası petri kutuları 37 °C'de 3-5 gün inkübasyona bırakılmıştır. Örneklerin Toplam Mezofilik Aerobik (TMAB) sayıları Plate Count Agar (PCA, pH 7.0 ± 0.2, Merck) besiyerine ekim yapılarak 37 °C'de 24-48 saat inkübasyon ile belirlenmiştir. *Bifidobacterium animalis* ssp *lactis* sayıları için M17 Agar (M17, pH 7.0 ± 0.2, Merck) besiyeri kullanılmış, ekim sonrası petri kutuları 37 °C'de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Örneklerin toplam maya-küf sayıları Potato Dekstroz Agar (PDA, pH 5.6 ± 0.2, Merck) besiyeri kullanılarak ekimi tamamlanan petri kutularının 25 °C'de 3-5 günlük inkübasyonu sonrası belirlenmiştir (BAM, 2001).

## 2.8. İstatiksel Analizler

Çalışma sonucunda elde edilen veriler üç bağımsız deneyin ortalaması ± standart sapma olarak sunulmuştur. İstatistiksel analiz SPSS 20.0 (SPSS Inc., ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Değerler arasında anlamlı farklılıkların belirlenmesi için Tukey testi uygulanmıştır (p≤0,05).

## 3. Bulgular ve Tartışma

YS'lerin depolama süresince depolamanın 1. ve 7. günlerinde ölçülen fizikokimyasal özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir. YS örneklerinin toplam kuru madde değerleri % 10,40±0,14-11,25±0,04 arasında değişim göstermiştir (Tablo 1). En yüksek kuru madde değerlerine Kontrol-YS örneklerinin depolamanın 7. gününde sahip olduğu, en düşük kuru madde değerlerine ise L.rhm-YS örneklerinin

depolamanın 1. gününde sahip olduğu tespit edilmiştir ( $p \leq 0,05$ ). Benzer şekilde YS örneklerinin Briks değerleri  $9,53 \pm 0,12 - 10,52 \pm 0,07$  arasında değişim göstermiş ve en yüksek briks değerlerine yine Kontrol-YS örnekleri sahip iken en düşük briks değerlerine ise L.rhm-YS örneklerinin sahip olduğu tespit edilmiştir ( $p \leq 0,05$ ). Di Cagno ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada laktik asit fermantasyonları ile üretimleri yapılan kırmızı ve yeşil smoothie örneklerinin briks değerleri çalışmamıza benzer olarak  $9,0 \pm 0,4 - 13,1 \pm 0,5$  arasında tespit edilmiştir. Kidon ve Uwineza (2022) tarafından yapılan farklı bir çalışmada ise kabak, muz ve mor havuçtan hazırlanan smoothie örneklerinin kuru madde değerlerinin  $7,9 \pm 0,1 - 16,7 \pm 0,2$  arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çalışmalardan elde edilen kuru madde ve briks değerlerindeki farklılıkların smoothielerin hazırlanmasında kullanılan meyve çeşitlerinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Tablo 1.** Probiyotik yeşil meyveli soğuk içeceklerin fizikokimyasal özellikleri

| Fizikokimyasal özellikler     | Örnekler                  |                           |                            |                           |                           |                           |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                               | Kontrol-YS                |                           | B.lac-YS                   |                           | L. rhm-YS                 |                           |
|                               | Depolama süresi (gün)     |                           |                            |                           |                           |                           |
|                               | 1                         | 7                         | 1                          | 7                         | 1                         | 7                         |
| Kuru madde (%)                | 11,07±0,20 <sup>aAB</sup> | 11,25±0,04 <sup>aAB</sup> | 11,01±0,16 <sup>abAB</sup> | 10,69±0,02 <sup>aA</sup>  | 10,40±0,14 <sup>aA</sup>  | 10,95±0,02 <sup>aA</sup>  |
| Briks (°Bx)                   | 9,84±0,09 <sup>aA</sup>   | 10,52±0,07 <sup>abA</sup> | 10,17±0,17 <sup>aA</sup>   | 10,25±0,08 <sup>aA</sup>  | 9,53±0,12 <sup>aA</sup>   | 10,30±0,08 <sup>abA</sup> |
| Kül (%)                       | 0,29±0,04 <sup>aA</sup>   | 0,31±0,02 <sup>aA</sup>   | 0,29±0,02 <sup>aA</sup>    | 0,31±0,02 <sup>aA</sup>   | 0,37±0,00 <sup>aAB</sup>  | 0,36±0,02 <sup>aA</sup>   |
| pH                            | 4,79±0,04 <sup>abAB</sup> | 4,78±0,04 <sup>abAB</sup> | 4,51±0,04 <sup>aA</sup>    | 4,50±0,01 <sup>aA</sup>   | 4,53±0,04 <sup>aA</sup>   | 4,55±0,01 <sup>aA</sup>   |
| Titrasyon asitliği (% MA)     | 0,038±0,08 <sup>aA</sup>  | 0,041±0,00 <sup>aA</sup>  | 0,046±0,00 <sup>aAB</sup>  | 0,049±0,00 <sup>aA</sup>  | 0,045±0,00 <sup>aAB</sup> | 0,048±0,00 <sup>aA</sup>  |
| Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> ) | 1,0375±0,00 <sup>aA</sup> | 1,0402±0,00 <sup>aA</sup> | 1,0564±0,03 <sup>aB</sup>  | 1,0558±0,03 <sup>aB</sup> | 1,0362±0,02 <sup>aA</sup> | 1,0390±0,00 <sup>aA</sup> |

\*Ortalama±std. sp.; a-b: Depolama günlerine göre aynı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak önemli değildir ( $p \leq 0,05$ ); A-B: YS örneklerine göre aynı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak önemli değildir ( $p \leq 0,05$ ); Kontrol-YS: Probiyotik ilavesi yapılmayan yeşil meyveli soğuk içecek örnekleri; B.lac-YS: *B. lactis* ilave edilmiş probiyotik yeşil meyveli soğuk içecek örnekleri; L.rhm-YS: *L. rhammosus* ilave edilmiş probiyotik yeşil meyveli soğuk içecek örnekleri.

Tablo 1’de de görüldüğü üzere, YS örneklerinin kül değerleri  $0,29 \pm 0,02 - 0,37 \pm 0,00$  olarak tespit edilmiş olup, değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ( $p \leq 0,05$ ). Tkacz ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada, deniz iğdesi (yalancı iğde) bitkisi bazlı elde edilen smoothie örneklerinin (farklı formülasyonlarla hazırlanan deniz iğdesi bazlı kayısı, şeftali, portakal, üzüm, havuç ve marul ilavesi ile) kül değerleri çalışmamıza benzer olarak  $0,26 \pm 0,02 - 1,08 \pm 0,02$  arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çalışmada üretilen YS örneklerinin pH değerlerinin ise  $4,50 \pm 0,01 - 4,79 \pm 0,04$  arasında değiştiği belirlenmiştir. Fermente YS örneklerinin pH değerleri kontrol grup örneklerine kıyasla kısmen daha düşük olarak tespit edilmiştir ( $p \leq 0,05$ ). Benzer olarak, Kuria ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada, farklı LAB ile fermente edilen mango kabuk pulplarının pH değerleri  $3,80 \pm 0,02 - 4,06 \pm 0,02$  arasında bulunmuştur. Aderinola (2018) yapmış olduğu çalışmada ise, ananas, muz ve elma ve *Moringa oleifera* yaprakları ile hazırlanan smoothie örneklerinin pH değerleri  $6,30 - 6,51$  arasında tespit etmiştir. Çalışmalar sonucunda elde edilen pH değerlerindeki

farklılığın smoothie hazırlamada kullanılan hammadde ve üretim yöntemlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmamızda YS örneklerinin %TA değerlerinin  $0,038\pm 0,08$ - $0,049\pm 0,00$  arasında değiştiği görülmektedir. Örneklerin %TA değerlerinin fermentasyonun etkisi ile yükseldiği görülmektedir ( $p\leq 0,05$ ). YS örneklerinin yoğunluk değerleri ise  $1,0362\pm 0,02$ - $1,0564\pm 0,03$  g/cm<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir ve *B. lactis* ile fermente edilen YS örneklerinin yoğunluk değerlerinin diğer örneklerle kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir ( $p\leq 0,05$ ).

**Tablo 2.** Probiyotik yeşil meyveli soğuk içeceklerin renk değerleri

| Örnekler   | Renk özellikleri | Depolama süresi (gün) |                   |
|------------|------------------|-----------------------|-------------------|
|            |                  | 1                     | 7                 |
| Kontrol-YS | <i>L</i>         | $2,70\pm 1,2^b$       | $0,19\pm 0,07^a$  |
|            | <i>a</i>         | $3,03\pm 0,66^b$      | $0,45\pm 0,17^a$  |
|            | <i>b</i>         | $4,64\pm 1,75^b$      | $0,32\pm 0,12^a$  |
|            | $\Delta E$       | $93,94\pm 0,88^a$     | $96,13\pm 0,05^b$ |
| B. lac-YS  | <i>L</i>         | $6,99\pm 0,46^b$      | $0,70\pm 0,22^a$  |
|            | <i>a</i>         | $4,67\pm 0,56^b$      | $1,53\pm 0,35^a$  |
|            | <i>b</i>         | $1,98\pm 0,77^a$      | $1,21\pm 0,37^a$  |
|            | $\Delta E$       | $90,37\pm 0,45^a$     | $95,71\pm 0,18^b$ |
| L. rhm-YS  | <i>L</i>         | $3,82\pm 1,02^b$      | $0,55\pm 0,27^a$  |
|            | <i>a</i>         | $3,66\pm 0,10^b$      | $1,15\pm 0,50^a$  |
|            | <i>b</i>         | $6,57\pm 1,74^b$      | $0,94\pm 0,47^a$  |
|            | $\Delta E$       | $92,97\pm 0,92^a$     | $95,83\pm 0,22^b$ |

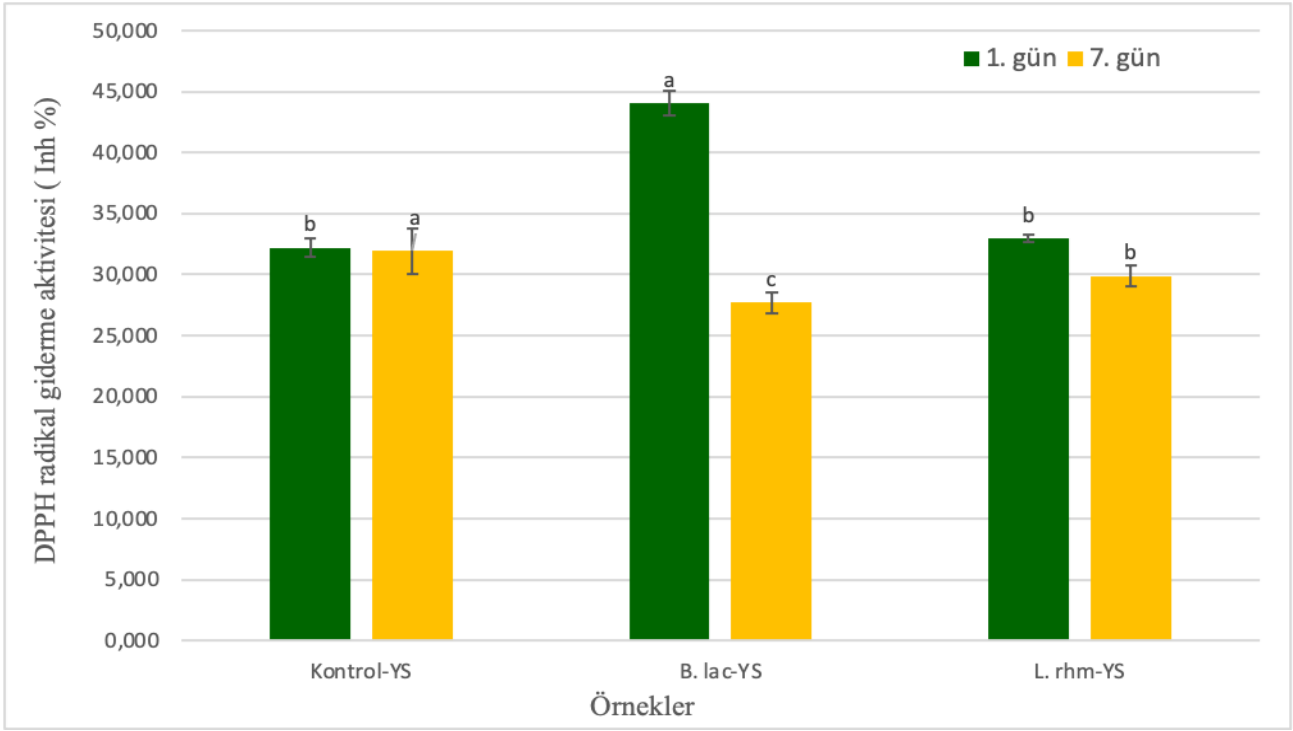
\*Ortalama $\pm$ std. sp.; a-b: Depolama günlerine göre aynı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak önemli değildir ( $p\leq 0,05$ ); Kontrol-YS: Probiyotik ilavesi yapılmayan yeşil meyveli soğuk içecek örnekleri; B.lac-YS: *B. lactis* ilave edilmiş probiyotik yeşil meyveli soğuk içecek örnekleri; L.rhm-YS: *L. rhamnosus* ilave edilmiş probiyotik yeşil meyveli soğuk içecek örnekleri

Renk, taze ve işlenmiş gıda ürünlerinin önemli bir niteliksel özelliğidir ve tüketicilerin tercihlerini, algılarını ve satın alma davranışlarını etkilemektedir (Kidon ve Uwineza, 2022). Tablo 2’de üretimi yapılan YS örneklerinin depolamanın 1. ve 7. günlerinde ölçülen renk değerleri gösterilmiştir. *L* (parlaklık) değerlerinin  $0,19\pm 0,07$ - $6,99\pm 0,46$  arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 2). En yüksek parlaklık değeri depolamanın 1. gününde B.lac-YS örneklerinde iken, en düşük parlaklık değeri ise depolamanın 7. gününde kontrol grup örneklerindedir. Pozitif *a\** değerleri, rengin kırmızı olduğunu göstermektedir ve çalışmamızda bu değerler  $0,45\pm 0,17$  ile  $4,67\pm 0,56$  arasında değişmektedir. Üretilen YS örneklerinde kırmızılık değerlerinin düşük olması, üretimde kullanılan meyve ve sebzelerin yeşil renkli olmaları ile ilişkilendirilmiştir. YS’lerin *b\** (sarılık) değerleri  $0,32\pm 0,12$ - $6,57\pm 1,74$  arasında değişmektedir. *a* değerlerine kıyasla *b* değerlerinin daha yüksek olması, üretimde kullanılan hammaddelerden biri olan elma suyundan kaynaklandığı düşünülmektedir. YS örneklerinin  $\Delta E$  değerleri  $90,37\pm 0,45$ - $96,13\pm 0,05$  arasında değişmektedir. Elde edilen renk değerleri genel olarak değerlendirildiğinde depolamanın 1. gününe kıyasla depolamanın son günü olan 7. günde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma vardır ( $p\leq 0,05$ ). Artan renk bozulmasının

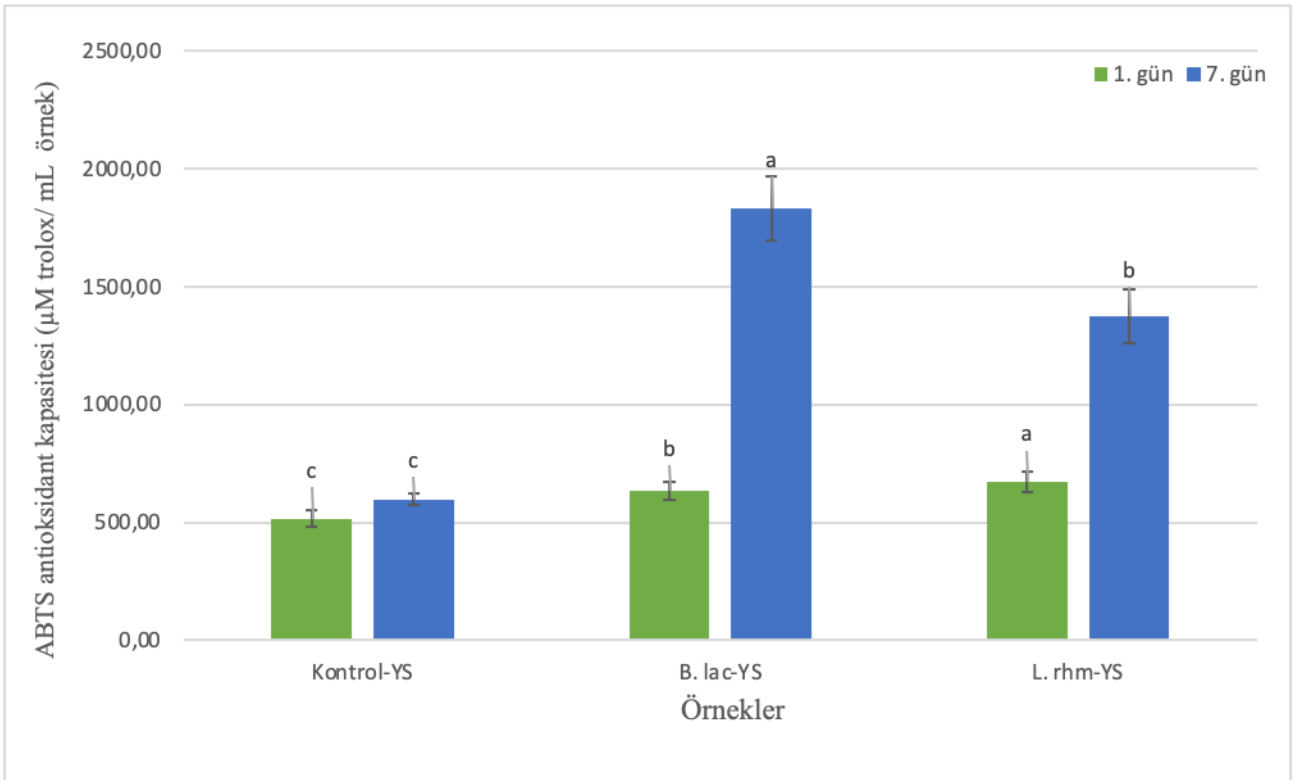


genellikle termal işleme ile ilişkili olduğu kabul edilmektedir. Pastörizasyon, sterilizasyon veya konsantrasyon işlemleri sırasındaki ısı işlem, bozunma ürünlerinin oluşumunu ve dolayısıyla eş zamanlı renk kaybını arttırmaktadır (Sadilova ve ark., 2009). YS örneklerinin LAB ile inokulasyonu öncesi yapılan pastörizasyon işlemi renk değişim sürecini hızlandırmıştır.

Çalışmalar, diyabet, hipertansiyon ve kanser de dahil olmak üzere birçok hastalığa neden olan serbest radikallerin etkilerini önlemede veya hafifletmede antioksidanların rollerini bildirmişlerdir (Varela-Santos ve ark., 2012; Aderinola ve ark., 2018). Fenolik bileşikler, antioksidan ve anti-enflamatuar özellikler de dahil olmak üzere sağlığı teşvik edici özelliklere sahip gıdaların biyoaktif bileşenleridir (Sun-Waterhouse ve ark., 2010). Çalışmada üretilen YS örneklerinin depolamanın 1. ve 7. gününde ölçümü yapılan DPPH radikal giderme değerleri Şekil 1’de, ABTS radikal giderme aktiviteleri ise Şekil 2’de gösterilmiştir. Şekil 1’de de görüldüğü üzere YS örneklerinin DPPH radikal giderme değerleri %27,71-44,04 arasında değişim göstermektedir. B.lac-YS örnekleri depolamanın 1. gününde en yüksek radikal giderme değerine sahip iken, bu oran depolamanın 7. gününde düşüş göstermiştir ( $p \leq 0,05$ ). Hem B.lac-YS örneklerinin hem de L.rhm-YS örneklerinin radikal giderme değerlerinin kontrol grup örneklere kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir ( $p \leq 0,05$ ). Örneklerin ABTS antioksidant kapasitesi incelendiğinde (Şekil 2) ise değerlerin 516,35-1831  $\mu\text{M}$  troloks/mL arasında değiştiği tespit edilmiştir ( $p \leq 0,05$ ). DPPH radikal giderme değerlerine benzer şekilde hem B.lac-YS örneklerinin hem de L.rhm-YS örneklerinin ABTS antioksidant kapasitesi değerlerinin kontrol grup örneklere kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu farklılık özellikle depolamanın 7. gününde oldukça belirgin ve istatistiksel olarak da önemlidir ( $p \leq 0,05$ ). Çalışmamıza benzer olarak Wang ve ark (2021) tarafından yapılan çalışmada, kivi suyu örneklerinin LAB fermentasyonu sırasında DPPH ve ABTS radikal temizleme aktiviteleri belirgin şekilde artış göstermiştir.



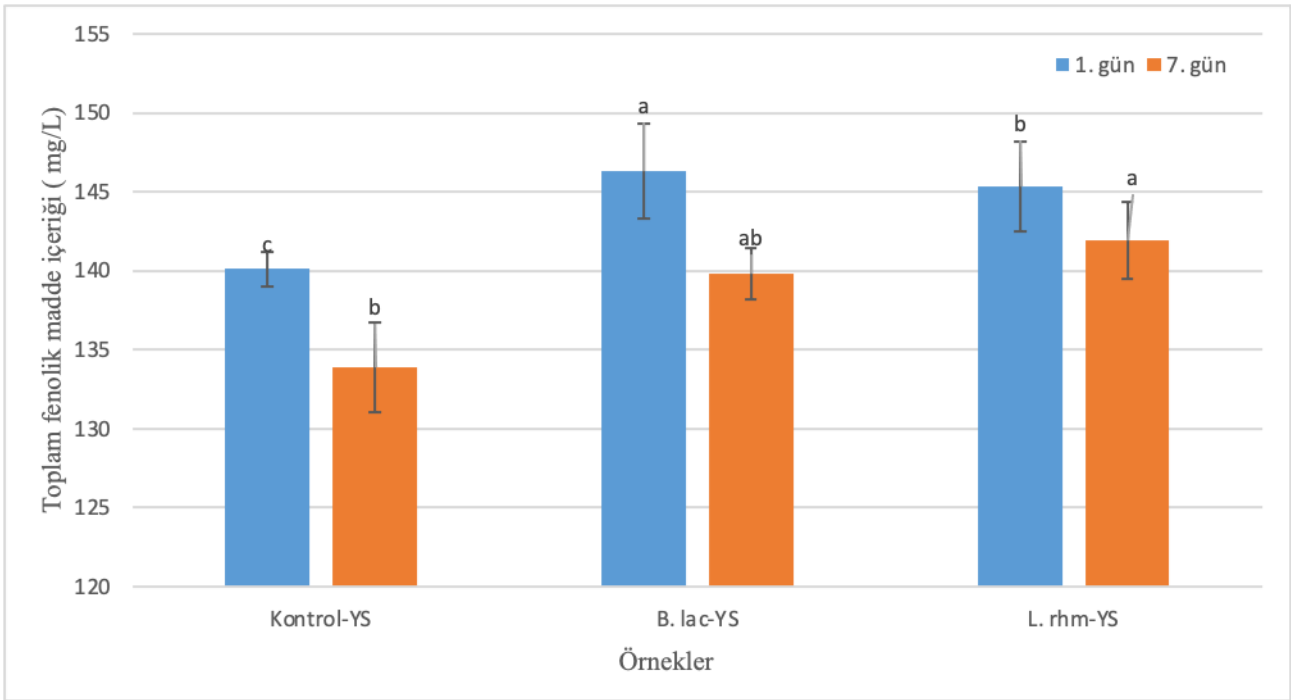
Şekil 1. Yeşil meyveli soğuk içecek örneklerinin DPPH radikal giderme aktiviteleri (%)



Şekil 2. Yeşil meyveli soğuk içecek örneklerinin ABTS antioksidant kapasiteleri (µM troluks/ mL örnek)

Fenolik ve flavonoid bileşikleri de dahil olmak üzere polifenolik bileşikler, anti-enflamatuar, antidiyabetik ve antihipertansif gibi sağlık destekleyici özelliklere sahip biyoaktif bileşenlerin bir parçasıdır. Bu özellikler, birçok araştırma çalışmasının odağı olmuştur (Aderinola, 2018). YS

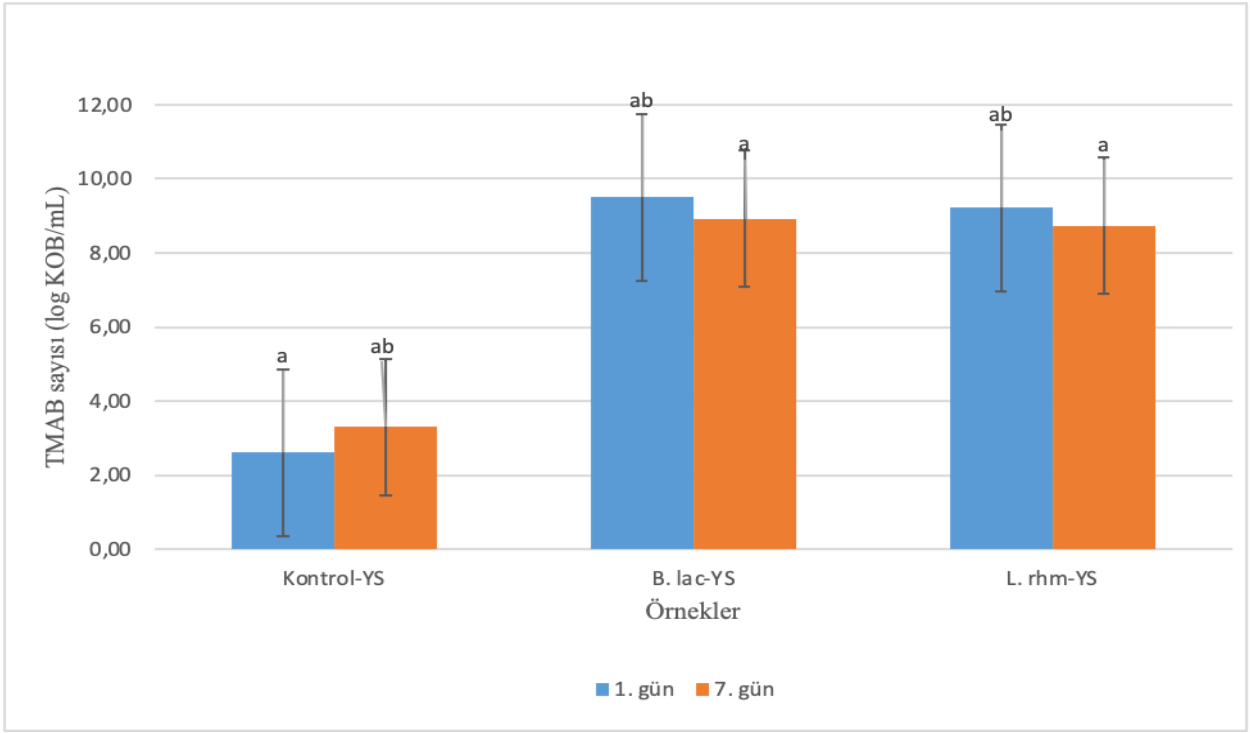
örneklerinin depolamanın 1. ve 7. günlerinde tespit edilen toplam fenolik madde (TFM) içeriği Şekil 3’de gösterilmiştir. Şekil 3’de de görüldüğü üzere örneklerin TFM içeriği 133,87-146,29 mg/L arasında değişiklik göstermektedir. Örneklerin TFM miktarı incelendiğinde, kontrol grup örneklere kıyasla fermente edilen probiyotik YS örneklerinin TFM miktarlarının daha yüksek olduğu görülmektedir ( $p \leq 0,05$ ). Bu farklılık, LAB suşlarının hidrolitik enzimler tarafından kompleks fenolik bileşiklerin daha basit formlara hidroliz edilmesine bağlanabilir (Kwaw ve ark., 2018; Li ve ark.,2021). Kuria ve ark. (2021) tarafından yapılan benzer bir çalışmada örneklerin TFM değerleri 2,66-3,58 mg TAE/100 g olarak bulunmuştur. Çalışmada YS üretiminde kullanılan tüm hammaddelerin fenolik maddelerin bir kaynağı olmasına rağmen, örneklerin TFM miktarları literatüre göre farklı düzeylerde tespit edilmişlerdir. Toplam fenolik içeriğindeki tespit edilen farklılıklar, YS formülasyonunda kullanılan farklı bileşenlere bağlanabilir.



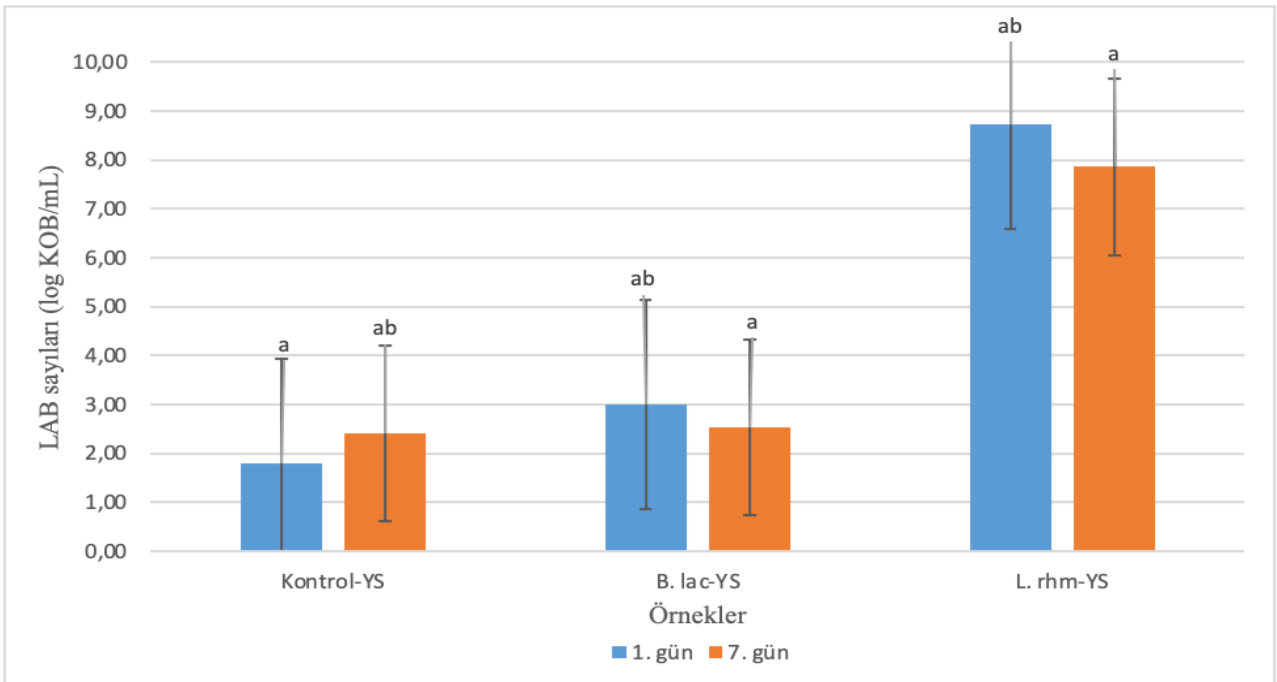
Şekil 3. Yeşil meyveli soğuk içecek örneklerinin toplam fenolik madde içeriği (mg/L)

Üretimi yapılan YS örneklerinin 7 günlük depolama sürecinde, 1 ve 7. günlerde tespit edilen mikrobiyolojik özellikleri Şekil 4a- 4d’de gösterilmiştir. Şekil 4a,b ve c’de görüldüğü üzere kontrol grup YS örnekleri ile fermente edilen YS örnekleri arasındaki temel farklılık toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları (TMAB) ile toplam LAB ve *Lactococcus spp.* sayımlarındadır ( $p \leq 0,05$ ). Şekil 4a incelendiğinde, kontrol grubuna kıyasla fermentasyonun ilk günü ile 7. günü arasında B.lac-YS örnekleri için 5,92-6,89 log KOB/mL, L.rhm-YS örnekleri için ise 5,44-6,61 log KOB/mL’lik fark bulunmaktadır ( $p \leq 0,05$ ). Şekil 4b’deki toplam LAB sayısı incelendiğinde ise, B.lac-YS örneklerinde kontrol grubu örneklere göre depolama sürecinde 0,14-1,22 log KOB/mL’lik bir artış görüldüğü tespit

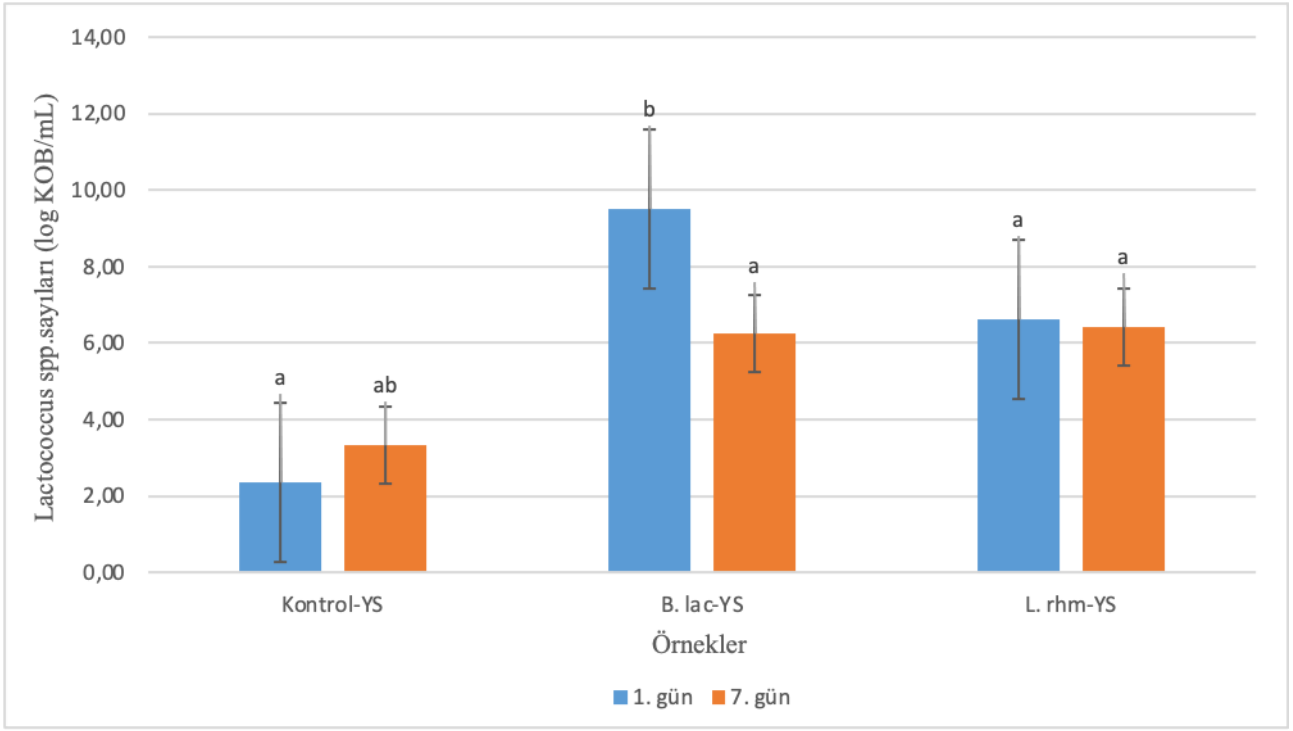
edilmiştir. Bu değerlerin L.rhm-YS örneklerinin kontrol YS örneklerine kıyasla toplam LAB sayısı artışı ile karşılaştırıldığında oldukça düşüktür. Lrhm-YS örneklerindeki toplam LAB sayısı artışı 5,46-6,94 log KOB/mL olarak gerçekleşmiştir. L.rhm-YS örneklerinin toplam LAB sayısı 7,86 – 8,74 log KOB/mL arasında değişim göstermiştir. Benzer şekilde, *L. rhamnosus GG*'nin portakal suyundaki hayatta kalması 4 °C'de 12 hafta boyunca incelenmiş ve depolamanın sonunda GG sayısının 7.90 log KOB/mL olduğu belirlenmiştir (Sheehan ve ark., 2007). Başka bir çalışmada, portakal suyuna inoküle edilen *L. rhamnosus* HN001™ sayısının, soğuk depolama sonrasında 28. günde  $7.14 \pm 0.07$  log KOB/mL olduğu rapor edilmiştir (Sady ve ark., 2017). Şekil 4c'de gösterilen toplam *Lactococcus spp.* sayıları incelendiğinde fermnastasyonun ilk günü B.lac-YS örneklerinde meydana gelen 7,15 log KOB/mL'lik bir artış göze çarpmaktadır ( $p \leq 0,05$ ). L.rhm-YS grup örneklerde toplam *Lactococcus spp.* sayısında meydana gelen artış depolamanın 1 ve 7. gününde 3,09-4,27 log KOB/mL arasında değişmektedir. Çalışmamız sonuçları YS örneklerinin hazırlanmasında kullanılan hammaddelerin *L. rhamnosus* ile *B.lactis* probiyotik suşlarının büyümesini destekleyen prebiyotik etkisini gösterdiğini ( $p \leq 0,05$ ) ve kullanılan probiyotik mikroorganizmaları metabolize edebildiklerini göstermiştir. YS örneklerinin depolama süreci boyunca toplam maya-küf sayısında meydana gelen değişim ise Şekil 4d'de gösterilmiştir. Gallina ve ark. (2019) toplam maya-küf sayımı ile toplam koliform grubu mikroorganizma sayılarının ürünün hijyenik kaliteleri açısından önemli bir gösterge olduğunu belirtmişlerdir. Analize alınan YS örneklerinin hiç birinde koliform grup mikroorganizma tespit edilmemiştir. Toplam maya-küf sayısının ise 1,32-1,80 lob KOB/mL arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Fermente YS örneklerinde depolama sürecinde toplam maya-küf sayısında kontrol grup YS örneklerine kıyasla 0,03-0,28 log KOB/mL arasında bir azalma olduğu görülmektedir. Elde edilen mikrobiyolojik sonuçlar, örneklerin yüksek hijyenik ve sanitasyon kalitesini ve iyi gıda işleme uygulamaları ile üretildiklerini göstermektedir.



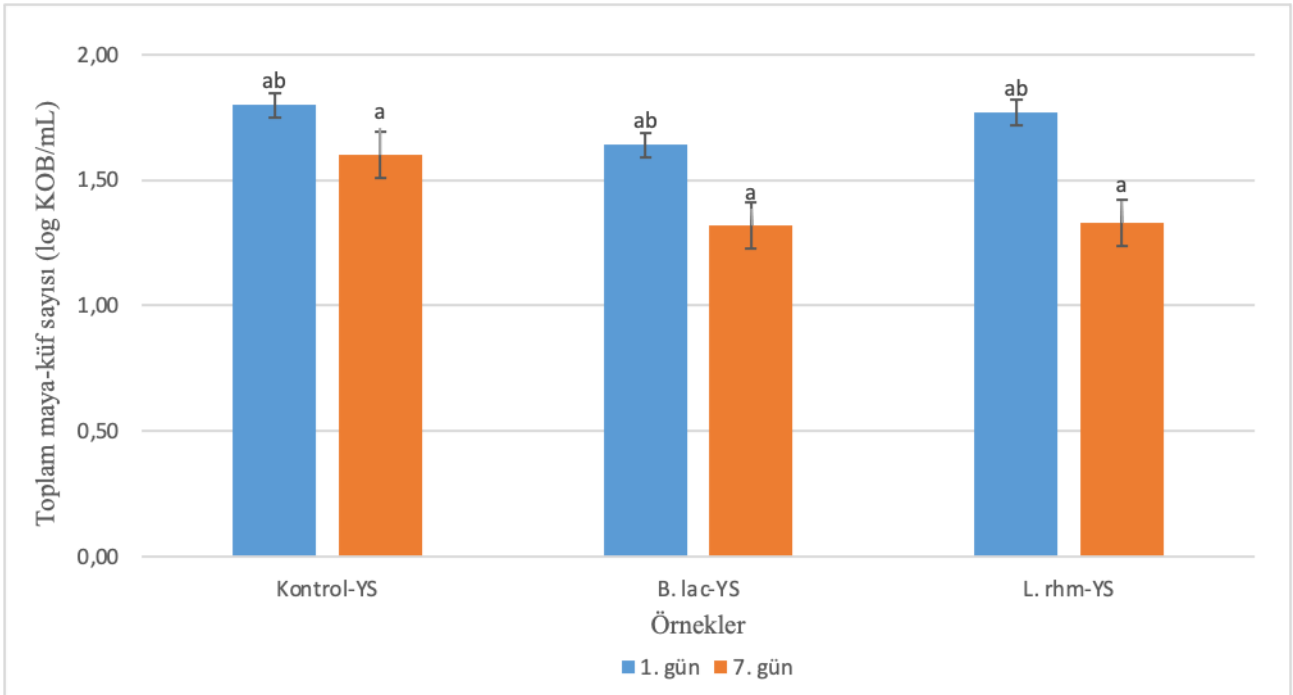
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 4. Yeşil meyveli soğuk içecek örneklerinin mikrobiyolojik özellikleri (log KOB/mL)

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, *Bifidobacterium animalis ssp lactis* B94 ve *Lactobacillus rhamnosus* GG probiyotik kültürleri kullanılarak başarılı bir şekilde yeşil meyveli soğuk içecek içecekleri

üretmiştir. Kullanılan probiyotik mikroorganizmaların canlılığının, 4 °C'de 7 gün boyunca 6 log KOB/mL'nin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle elde edilen sonuçlar, YS içeceklerinin *L. rhamnosus* ve *B. lactis*'in büyümesi için uygun şartlara sahip olduğunu ve bu ürünlerin probiyotik ürünler olarak düşünülebileceğini göstermektedir. Özellikle, soğuk depolama süresince yeşil YS örneklerindeki *L. rhamnosus*'un canlılığını önemli ölçüde artırmıştır. Bununla birlikte, probiyotiklerin kullanımı ile YS örneklerinin toplam fenolik içeriğini artırmış ve depolama süresince antioksidan aktivite azalmasının hızını yavaşlatmıştır. Bu çalışmanın sonuçları probiyotik katkısının örneklerin antioksidan aktivitelerini artırdığını göstermektedir. Gelecekte, farklı hammadde kullanımları ile farklı prebiyotik kaynakları değerlendirileceği gibi probiyotik YS içecekleri geliştirmek için farklı probiyotik kültürler de test edilebilecektir.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarları herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

### **Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı**

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

### **Kaynaklar**

- Aderinola, T. A. (2018). Nutritional, antioxidant and quality acceptability of smoothies supplemented with *Moringa oleifera* leaves. *Beverages*, 4(4), 104.
- Bacteriological Analytical Manual (BAM). (2001). Aerobic Plate Count. <http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-18.html>
- Cemeroğlu, B. (2013). Gıda Analizleri. Ankara: Bizim Grup Basımevi.
- Dauchet, L., Kesse-Guyot, E., Czernichow, S., Bertrais, S., Estaquio, C., Peneau, S., Vergnaud, A.C., Chat-Yun, S., Castetbon, K., Deschamps, V., Brindel, P., and Hercberg, S. (2007). Dietary patterns and blood pressure change over 5-y follow-up in the SU.VI.MAX cohort. *American Journal of Clinical Nutrition*, 85, 1650-1656.
- Di Cagno, R., Minervini, G., Rizzello, C.G., De Angelis, M., and Gobbetti, M. (2011). Effect of lactic acid fermentation on antioxidant, texture, color and sensory properties of red and green smoothies. *Food Microbiology*, 28(5), 1062-1071.
- Di Cagno, R., Cardinali, G., Minervini, G., Antonielli, L., Rizzello, C.G., Ricciuti, P., and Gobbetti, M. (2010a). Taxonomic structure of the yeasts and lactic acid bacteria microbiota of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.) and use of autochthonous starters for minimally processing. *Food Microbiology*, 27, 381-389.

- Di Cagno, R., Minervini, G., Rizzello, C.G., Lovino, R., Servili, M., Taticchi, A., Urbani S., and Gobbetti, M. (2010b). Exploitation of sweet cherry (*Prunus avium* L.) puree added of stem infusion through fermentation by selected autochthonous lactic acid bacteria. *Food Microbiology*, 28, 900-909.
- Di Cagno, R., Surico, R.F., Paradiso, A., De Angelis, M., Salmon, J.C., Buchin, S., De Gara, L., and Gobbetti, M. (2009a). Effect of autochthonous lactic acid bacteria starters on health-promoting and sensory properties of tomato juices. *International Journal of Food Microbiology*, 128, 473-483.
- Di Cagno, R., Surico, R.F., Minervini, G., De Angelis, M., Rizzello, C.G., and Gobbetti, M. (2009b). Use of autochthonous starter to ferment red and yellow peppers (*Capsicum Annum* L.) to be stored at room temperature. *International Journal of Food Microbiology*, 130, 108-116.
- Di Cagno, R., Surico, R.F., Siragusa, S., De Angelis, M., Paradiso, A., Minervini, F., De Gara, L., and Gobbetti, M. (2008). Selection and use of autochthonous mixed starter for lactic acid fermentation of carrots, French beans or marrows. *International Journal of Food Microbiology*, 127, 220-228.
- Farzaei, M. H., Abbasabadi, Z., Ardekani, M. R. S., Rahimi, R., & Farzaei, F. (2013). Parsley: a review of ethnopharmacology, phytochemistry and biological activities. *Journal of traditional Chinese medicine*, 33(6), 815-826.
- Gallina, D.A., Pacheco, M.T.B., Barbosa, P.D.P.M., Amorim, M.M.F., and Cobas, A.C. (2019). Effect of modified chitoooligosaccharides on the physicochemical and microbiological characteristics of a probiotic fermented beverage. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 74(4), 240-251.
- Gebbers, J.O. (2007). Atherosclerosis, cholesterol, nutrition, and statins e a critical review. *German Medical Science*, 5, 1-11.
- He, F.J., Nowson, C.A., Lucas, M., and MacGregor, G.A. (2007). Increased consumption of fruit and vegetables is related to a reduced risk of coronary heart disease: metaanalysis of cohort studies. *Journal of Human Hypertension*, 21, 717-728.
- Kidoń, M., and Uwineza, P.A. (2022). New Smoothie Products Based on Pumpkin, Banana, and Purple Carrot as a Source of Bioactive Compounds. *Molecules*, 27(10), 3049.
- Kuria, M.W., Matofari, J.W., and Nduko, J.M. (2021). Physicochemical, antioxidant, and sensory properties of functional mango (*Mangifera indica* L.) leather fermented by lactic acid bacteria. *Journal of Agriculture and Food Research*, 6, 100206.
- Kwaw, E., Ma, Y., Tchabo, W., Apaliya, M.T., Wu, M., Sackey, A.S., and Tahir, H.E. (2008). Effect of lactobacillus strains on phenolic profile, color attributes and antioxidant activities of lactic-acid-fermented mulberry juice. *Food Chemistry*, 250, 148-154.
- Li, T., Jiang, T., Liu, N., Wu, C., Xu, H., and Lei, H. (2021). Biotransformation of phenolic profiles and improvement of antioxidant capacities in jujube juice by select lactic acid bacteria. *Food Chemistry*, 339, 127859.
- Li, K., Liu, L., McClements, D. J., Liu, Z., Liu, X., & Liu, F. (2024). A review of the bioactive compounds of kiwifruit: Bioactivity, extraction, processing and challenges. *Food Reviews International*, 40(3), 996-1027.
- Lomnitski, L., Bergman, M., Nyska, A., Ben-Shaul, V., & Grossman, S. (2003). Composition, efficacy, and safety of spinach extracts. *Nutrition and cancer*, 46(2), 222-231.
- Max-Rubner-Institut. (2008). Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel. *Haid-und-Neu-Str.* 9, 76131 Nationale Verzehrsstudie (NVS) Karlsruhe, Germany.
- Mirmiran, P., Bahadoran, Z., & Azizi, F. (2014). Functional foods-based diet as a novel dietary approach for management of type 2 diabetes and its complications: A review. *World journal of diabetes*, 5(3), 267.
- Muller, L., Gnoyke, S., Popken, A.M., and Böhm, V. (2010). Antioxidant capacity and related parameters of different fruit formulations. *LWT-Food Science and Technology*, 43, 992-999.
- Qian, N. (2006). Fruit and vegetable smoothies, and its processing method. *Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu CN*, 1817192.
- Rechkemmer, G. (2002). Fünf am Tag e Obst und Gemüse. *Onkologe*, 8, 241-248.
- Rodríguez, E., Martín, J.D., and Romero, C.D. (2010). Aloe vera as a Functional ingredient in Foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50, 305-328.
- Sadilova, E., Stintzing, F.C., Kammerer, D.R., and Carle, R. (2009). Matrix dependent impact of sugar and ascorbic acid addition on color and anthocyanin stability of black carrot, elderberry and strawberry single strength and from concentrate juices upon thermal treatment. *Food Research International*, 42(8), 1023-1033.
- Sady, M., Najgebauer-Lejko, D., and Domagała, J. (2017). The suitability of different probiotic strains for the production of fruit- whey beverages. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 16(4), 421-429.



- Sawicka, M., Latocha, P., & Łata, B. (2023). Peel to flesh bioactive compounds ratio affect apple antioxidant potential and cultivar functional properties. *Agriculture*, 13(2), 478.
- Sheehan, V.M., Ross, P., and Fitzgerald, G.F. (2007). Assessing the acid tolerance and the technological robustness of probiotic cultures for fortification in fruit juices. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8(2), 279-284.
- Silva, K. M. D., Zielinski, A. A. F., Benvenuti, L., Bortolini, D. G., Zardo, D. M., Beltrame, F. L., ... & Alberti, A. (2018). Effect of fruit ripening on bioactive compounds and antioxidant capacity of apple beverages. *Food Science and Technology*, 39, 294-300.
- Sengun, I. Y., Kirmizigul, A., Atlama, K., & Yilmaz, B. (2020). The viability of *Lactobacillus rhamnosus* in orange juice fortified with nettle (*Urtica dioica* L.) and bioactive properties of the juice during storage. *LWT*, 118, 108707.
- Singleton, V.L., and Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Sun-Waterhouse, D., Nair, S., Wibisono, R., Wadhwa, S.S., Massarotto, C., Hedderley, D.I., Zhou, J., Jaeger, S.R., and Corrigan, V. (2010). Insights into Smoothies with High Levels of Fibre and Polyphenols: Factors Influencing Chemical, Rheological and Sensory Properties. *International Journal Nutrition Food Engineering*, 4, 378-387.
- Tao, Y., Sun, D.W., Górecki, A., Błaszczak, W., Lamparski, G., Amarowicz, R., and Jeliński, T.A. (2016). Preliminary study about the influence of high hydrostatic pressure processing in parallel with oak chip maceration on the physicochemical and sensory properties of a young red wine. *Food Chemistry*, 194, 545-554.
- Titus, D. (2008). *Smoothies! The Original Smoothies Book*. Juice Gallery, Chino Hills, CA, USA 162.
- Tkacz, K., Wojdyło, A., Turkiewicz, I.P., and Nowicka, P. (2021). Anti-diabetic, anti-cholinesterase, and antioxidant potential, chemical composition and sensory evaluation of novel sea buckthorn-based smoothies. *Food Chemistry*, 338, 128105.
- Turhan, E.Ü., Erginkaya, Z., Sarıkodal, E., Özkütük, S. T., Konuray, G. (2019). Probiyotik bitter çikolata üretiminde mikroenkapsüle *Lactobacillus rhamnosus* kullanımı. *Gıda*, 44(2), 238-247.
- Varela, P., and Fiszman, S.M. (2011). Hydrocolloids in fried foods. A review. *Food Hydrocolloid*, 25, 1801-1812.
- Varela-Santos, E., Ochoa-Martinez, A., Tabilo-Munizaga, G., Reyes, J.E., Pérez-Won, M., Briones-Labarca, V., and Morales-Castro, J. (2012). Effect of high hydrostatic pressure (HHP) processing on physicochemical properties, bioactive compounds and shelf-life of pomegranate juice. *Innovation Food Science Emerging Technology*, 13, 13-22.
- Walkling-Ribeiro, M., Noci, F., Cronin, D.A., Lyng, J.G., and Morgan, D.J. (2010). Shelf life and sensory attributes of a fruit smoothie-type beverage processed with moderate heat and pulsed electric fields. *LWT-Food Science and Technology*, 43(7), 1067-1073.
- Wang, S., Qiu, Y., and Zhu, F. (2021). Kiwifruit (*Actinidia* spp.): A review of chemical diversity and biological activities. *Food Chemistry*, 350, 128469.
- Watzl, B. (2008). Smoothies e wellness aus der Flasche? *Ernährungsumschau*, 6, 352-353.