



Sebze Püresi ile Üretilen Yoğurtların Tekstürel ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi

Tülay Özcan^{1*}, Eda Yıldız²

¹Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 16059 Görükle/Bursa, Türkiye

²Tat Gıda A.Ş., Sek Süt İşletmesi, 16550 Mustafakemalpaşa/Bursa, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Geliş 05 Nisan 2016
Kabul 23 Mayıs 2016
Çevrimiçi baskı, ISSN: 2148-127X

Anahtar Kelimeler:

Yoğurt
Sebze
Tekstür
Duyusal
Diyet lifi

*Sorumlu Yazar:

E-mail: tulayozcan@uludag.edu.tr

Ö Z E T

Bu çalışmada kontrol (K); balkabağı (YBK), havuç (YHA), bezelye (YBE) ve yeşil kabak pürelili (YYK) yoğurt olmak üzere 5 farklı set tipi yoğurt üretilmiştir. Sebze yoğurtlarında bulunan diyet liflerinin bakteri gelişmesini teşvik eden potansiyel etkisi sonucu *Streptococcus thermophilus* ile *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının arttığı saptanmıştır. Yoğurtların sebze püreleri ile zenginleştirilmesinin pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, duyuşal özellikler ile sertlik, iç yapışkanlık, konsistens ve viskozite indeksi gibi tekstürel özellikler üzerinde etkili olduğu gözlenmiştir. Havuç püresi ile üretilen yoğurtlarda viskozite, konsistens ve sertliğin yüksek olduğu saptanırken, yeşil kabak ilaveli olanlar daha zayıf tekstürel özellikler göstermiştir. Sonuç olarak sebze püresi ilavesinin set tipi yoğurtlarda tekstürel özelliklerinin iyileştirilmesi konusunda önemli rol oynadığı ve fonksiyonel süt ürünlerinin geliştirilmesinde kullanılabileceği belirlenmiştir.

Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 4(7): 579-587, 2016

Determination of Textural and Sensory Properties of Yogurt Produced with The Vegetable Puree

ARTICLE INFO

Article history:

Received 05 April 2016
Accepted 23 May 2016
Available online, ISSN: 2148-127X

Keywords:

Yoğurt
Vegetable
Texture
Sensory
Dietary fiber

*Corresponding Author:

E-mail: tulayozcan@uludag.edu.tr

ABSTRACT

In this study, five different set type yogurt with vegetable purees, namely as control (K), yogurt with pumpkin (YBK), yogurt with carrot (YHA), yogurt with green peas (YBE) and yogurt with zucchini (YYK) were produced. The viable cell counts of *S. thermophilus* and *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* were increased as a result of the ability of dietary fiber to stimulate their growth which is present in yogurt as puree. Vegetable puree addition had a noticeable effect on pH, titratable acidity, whey separation, sensory properties as well as textural attributes such as firmness, cohesiveness, consistency and viscosity index in yogurt. The highest viscosity index, consistency and firmness were observed in yogurt with the carrot puree, while the samples with zucchini presented the less compact structure and textural properties. As a result the present work showed that all the vegetable puree used had a beneficial role to improve textural properties of set type non-fat yogurt and could be used for the development of dairy products with functional ingredients.

Giriş

Beslenme, büyüme, gelişme, yaşamın sürdürülmesi ve sağlığın korunması için besinlerin kullanılmasıdır. Günümüzde, tüm dünyada görülen sağlık problemleri nedeniyle hayat beklentilerindeki değişimler fonksiyonel bileşenlere olan ilgiyi ve beslenme alışkanlıklarında görülen değişme eğilimlerini giderek arttırmaktadır. Fonksiyonel gıdalar; vücudun temel besin öğeleri gereksinimini karşılamanın dışında insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde faydalar sağlayan, hastalık riskinin azaltılması gibi olumlu etkileri gerçekleştiren ve daha sağlıklı bir yaşama ulaşmada önemli yer tutan gıdalar ya da gıda bileşenleridir

(Roberfroid, 2007; Pang ve ark., 2012).

Son yıllarda tüketicilerin karetenoidler, polifenoller, tokoferoller ve diyet liflerini içeren sağlıklı diyetlere yöneldiği görülmektedir (Schieber ve ark., 2001; Telrandhe ve ark., 2012; Martins ve ark., 2013). Meyve ve sebzeler besinsel ve biyolojik potansiyelleri ile metabolizmada önemli bir yere sahiptirler ve suda çözünen vitaminler (Vitamin C ve B grubu vitaminleri), provitamin A, fitositeroller, diyet lifleri, mineraller ve fitokimyasallar bakımından da zengindirler (Gebbers, 2007; O'Shea ve ark., 2012). Yapılan çalışmalar meyve ve sebze içeren gıdaların düzenli bir şekilde tüketiminin

kanser oluşum riski açısından koruyucu özellik gösterdiğini, ayrıca ağız, akciğer, mide, gırtlak, pankreas, meme ve prostat kanserini azalttığını belirtmektedir. Meyve ve sebzeler yüksek potasyum, düşük soydum içermekte ve kolesterol içermemektedirler (Martins ve ark., 2013; Rekhy ve McConchie, 2014; Profir ve ark., 2015). Bu özellikleri ile meyve ve sebze tüketiminin kalp-damar hastalıkları, hipertansiyon ve kalp krizine karşı koruyucu etkide bulunduğu belirtilmektedir (He ve ark., 2007; Dauchet ve ark., 2009).

Meyve ve sebzeler pek çok fonksiyonel ürünün geliştirilmesinde, laktik asit ve probiyotik ürün fermentasyonlarında ve ayrıca fermente olmayan ürünlerde son yıllardaki çalışmaların yeni gıda matrislerini oluşturmaktadır (Moraru ve ark., 2007; Granato ve ark., 2010; Rivera-Espinoza ve Gallardo-Navarro, 2010; Martins ve ark., 2013; Vasudha ve Mishra, 2013). Meyve ve sebzelerde bulunan ve fonksiyonel nitelik taşıyan diyet liflerinin sağlık üzerine olumlu etkilerinin de ortaya çıkmasıyla bu ürünlerin tüketimine olan eğilim her geçen gün artmaktadır (Hasler, 2002; Özcan ve ark., 2013). Lif içeriği zengin diyetlerin şişmanlık, kolon kanseri, kalp hastalıkları, safra taşı rahatsızlıkları, hassas (irritable) barsak sendromu ve diyabetik hastalıklara karşı koruyucu olduğu belirtilmektedir (Lunn ve Buttriss, 2007; Viuda-Martos ve ark., 2010).

Çeşitli sebzelerin parça ya da pürelerinin diyet lifi amaçlı olarak süt ürünlerine katılması ise son çalışmaların hedefleri içerisinde (Malkk, 2004; Rodrı'guez ve ark., 2006). Lifler, bitkilerin hücre duvarlarının iskelet sistemini oluşturan, farklı kimyasal bileşim, yapı ve molekül ağırlığına sahip karbonhidratlar olup, insan sindirim enzimleri tarafından hidrolize edilememektedirler. Lifler sindirim boyunca mide ve ince bağırsaktan sindirilmeden kalın bağırsağa ulaşmakta ve burada da belli derecelerde yıkılmakta ve fermente olmaktadır (Trepel, 2004; Chawla ve Patil, 2010). Bifidobacterium ve Lactobacillus gibi kolon bakterileri, diyet liflerinin bazı özel formlarını kolayca fermente ederek, bütirat, asetat propionat gibi konakçı canlının metabolik enerji ihtiyacına cevap veren kısa zincirli yağ asitleri sentezleyip, canlılıklarını ve aktivitelerini geliştirebilmektedir (Bird ve ark., 2000). Diyet lifleri, suda çözünürlükleri bakımından sınıflandırılmaktadır. Suda çözünür lifler, pektin ve inülin, β -glukan, arabinoksilan, gamlar, gibi nişasta olmayan polisakkaritlerden; suda çözünür olmayan lifler ise selüloz, hemiselüloz, lignin, kutin, suberin, kitin ve kitosan'dan oluşmaktadır (Özcan, 2012).

Çözünür diyet lifleri suyu bağlayarak jel ve sıkı yapı oluşturmakta, kolonun kasılma ve su hareketlerini kontrol ederek bağırsaktan geçişi kısıltmaktadır. Lifler sindirilemezler fakat fermentasyona uğrayarak kısa zincirli yağ asitlerine dönüşürler, bağırsak pH'sını değiştirerek bağırsak mikrobiyotasını düzenlerler, kolon kanserine karşı koruyucu etki göstermektedirler. Dışkıdan bağırsaktan geçiş süresini azaltarak fekal kanserojen prokanserojenleri seyreltmektedirler. Burada antikanserojenik etki gösteren kısa zincirli yağ asitlerinin oluşumunun (asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit) ve kanserojenik yağ asitlerinin bağlanması önemi büyüktür (Terry ve ark., 2001; Park ve ark., 2005; Cui ve

ark., 2011). Lifler safra asitleri ve kolesterol ile birleşmekte ve böylece kandaki serum kolesterolünün ve LDL'nin düşürülmesinde, glikozun bağırsaktaki emiliminin azaltılmasında ve vücutta insülin hormonunun miktarının düşürülmesinde etkili olmaktadır (Tabatabai ve Li, 2000; Liu ve ark., 2003; Hodge ve ark., 2004; Slavin, 2005; Özcan ve Kurtuldu, 2014). Diyet liflerinin günlük alımı günde 20-30 gram arasında değişmektedir (Sola ve ark., 2007). Sağlıklı bir metabolizma için cinsiyete göre önerilen tüketilecek günlük diyet lifi miktarı erkekler için 38 gram, kadınlar için 25 gramdır (Trumbo ve ark., 2002).

Tekstür, Latince textura (cloth), kumaştan gelmekte ve iplikçikler arasındaki çapraz bağları ifade etmektedir. Tekstür yoğurt kalitesinin belirlenmesinde önemli bir bileşen olarak ürünün yapısal ve duyu özellikleriyle yakından ilişkilidir (Özcan, 2013; González-Tomás ve Costell, 2006). Yoğurdun jel yapısı ve tekstürel özellikleri; sütün standardizasyonu ve kuru maddenin zenginleştirilmesi, homojenizasyon, ısı işlemi, inkübasyon koşulları, kullanılan starter kültürler, soğutma ve depolama koşullarına göre değişkenlik göstermektedir (Sodini ve ark., 2004; Lee ve Lucey, 2010).

Bu çalışmada, farklı sebze püreleri (balkabağı, havuç, bezelye ve yeşil kabak) ilavesi ile diyet lifi içeriği artırılmış olarak üretilen yoğurtların bazı fiziko-kimyasal ve tekstürel özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Kültürün Hazırlanması ve Yoğurt Üretimi

Yoğurt kültürü Özcan ve ark. (2011)'nın belirttiği yöntemle hazırlanmıştır. Yoğurt üretimi için gerekli olan süt (yağ %3,35, kurumadde %11,40, protein %2,88, titrasyon asitliği (%LA), %0,16, pH 6,66, yoğunluk (g/cm^3) 1,032) Tat Gıda A.Ş. Sek Süt (Mustafakemalpaşa, Bursa) işletmesinden temin edilmiş ve üretim burada gerçekleştirilmiştir. Üretimde kullanılacak %1,50± 0,05 yağ içeriğine sahip, homojenize edilmiş (60°C/50 bar, homogenizer Tetra Alex, Tetra Pak, İsveç) süt, evaporasyonla kurumadde %12,35±0,05'e ayarlanmış ve 90°C'de 10 dakika süre ile ısı işlem uygulandıktan sonra 42°C'ye soğutulmuştur. Sebze püreleri 85-90°C'de 15 dakika pastörize edilerek hazırlanmıştır. Yoğurt sütlerine aynı sıcaklıkta (42°C) %10 oranında sebze püresi olarak balkabağı-YBK (%0,512 asitlik; briks 7,4); havuç-YHA (%0,243 asitlik; briks 6,8); bezelye-YBE (%0,064 asitlik; briks 5,3) ve yeşil kabak-YKA (%0,096 asitlik; briks 3,9) ilave edilmiş, daha sonra da *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* içeren yoğurt kültürü (Yo-Flex 450 YF-L812 Chr. Hansen Denmark, 8-9 log kob cfu mL⁻¹ olacak şekilde) %3 oranında inoküle edilerek 42°C'de pH 4,60'ye ulaşana kadar inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon sonunda set tip üretilen yoğurtlar oda sıcaklığında (20 ±1°C) 30 dakika süre ile ve 28 günlük depolama süreleri boyunca 4 ± 1°C'de bekletilmiştir. Üretim iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

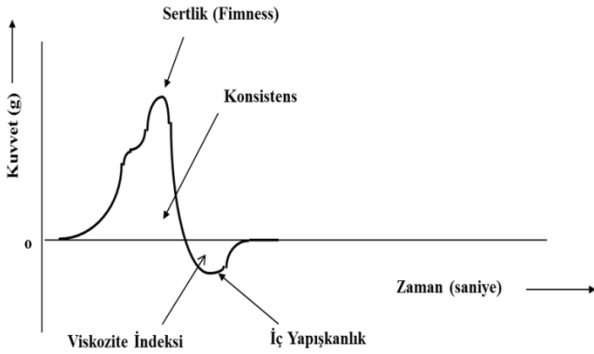
Yöntem

Mikrobiyolojik analizler: *S. thermophilus* sayısının belirlenmesinde M17-Agar (Merck, Germany) kullanılarak 37°C de 72 saat (Donkor ve ark., 2006); *L.*

delbrueckii subsp. *bulgaricus* sayımı için pH'sı 5,2'ye ayarlanmış Man, Rogosa and Sharpe Agar (MRS) (Merck, Germany) kullanılarak 45°C'de 72 saat anaerobik inkübasyon gerçekleştirilmiştir (Tharmaraj ve Shah, 2003).

Fiziko-Kimyasal analizler: Süt örneklerinde yağ (%), kurumadde (%), protein (%), titrasyon asitliği (%LA), pH ve yoğunluk (g/cm³) analizleri Kural ve ark. (2016)'ya göre tespit edilmiştir. Sebzeli yoğurtlarda pH ve titrasyon asitliği (%) Horwitz'e (2000) göre belirlenmiştir. Serum ayrılması, tartılan 25 g yoğurt örneğinin +4°C'de 2 saatlik süre sonunda, filtre kağıdından süzülerek ayrılan serumun mL cinsinden miktarının belirlenmesi ile saptanmış ve sonuç mL/25 g olarak verilmiştir (Delikanlı ve Özcan, 2014).

Yoğurt örneklerinin enstrümental tekstürel özellikleri Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde bulunan, Texture Analyser TA-XT Plus (Stable Micro Systems) cihazı ile Patrignani ve ark., (2007) metodu esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Örneklerde 5 kg yük hücresi ve spesifik ters ekstrüzyon probu olan back ekstrüzyon testi uygulanarak sıkıştırma sağlanmıştır. Her yoğurt örneğinde standardı sağlamak amacıyla 50 mm çapındaki tekstür silindir haznelere örnek derinliği %75 oranında olacak şekilde doldurulmuştur. Uygulanan back ekstrüzyon testi analizinde sıkıştırma işlemi 1 mm.s⁻¹ crosshead hızında 40 mm çapında 45 mm derinliğindeki silindir prob'un yoğurda daldırılması ile sağlanmıştır. Back ekstrüzyon testi uygulanarak sağlanan sıkıştırma işlemi sonucunda prob'un yoğurda daldırılması ile pozitif alan ve yoğurttan çıkması ile negatif alan grafikleri elde edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1 Back ekstrüzyon testi ile belirlenen tekstürel parametreler

Elde edilen güç-zaman grafiklerinden yoğurt örneklerinin tekstürel özellikleri hakkında bilgi veren parametrelerin hesaplanması Texture Analyser TA-XT Plus software yazılımı doğrultusunda yapılmıştır. Değerlendirmeye alınan parametreler; back ekstrüzyon işlemi sırasında prob'un örnek içine daldırılırken meydana gelen sertlik (firmness; g) maksimum pozitif kuvvet ve konsistens (gs) pozitif bölgenin alanı; back ekstrüzyon işlemi sırasında prob'un örnek içinden çıkarken iç yapının göstermiş olduğu maksimum negatif kuvvet olan iç yapışkanlık (cohesiveness; g) ve negatif bölgenin alanı olan viskozite indeksi (gs)'dir. Ölçümler oda sıcaklığında (25°C) gerçekleştirilmiştir.

Duyusal analizler: Kontrol grubu ve sebze püreleri ile zenginleştirilerek üretilen yoğurt örneklerinin duysal

değerlendirmesi Staffolo ve ark. (2004) değerlendirme skalası modifiye edilerek 9 kişilik eğitilmiş bir panelist grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Duyusal analizin yapılması için +4°C'de muhafaza edilen yoğurt örnekleri bu sıcaklıktan alınarak 12-15°C'de panelistlere sunulmuş, su ve kraker ikram edilerek aroma farklılıklarını daha rahat algılayabilmeleri sağlanmıştır. Yoğurt örnekleri panelist grubu tarafından "Görünüş", "Tekstür", "Koku", "Renk", "Aroma Yoğunluğu", "Tat" ve "Genel Kabul Edilebilirlik" özellikleri açısından incelenmiş ve her bir özellik için ondalıklı değerler de dahil olmak üzere 1-5 puan sistemi kullanılmıştır.

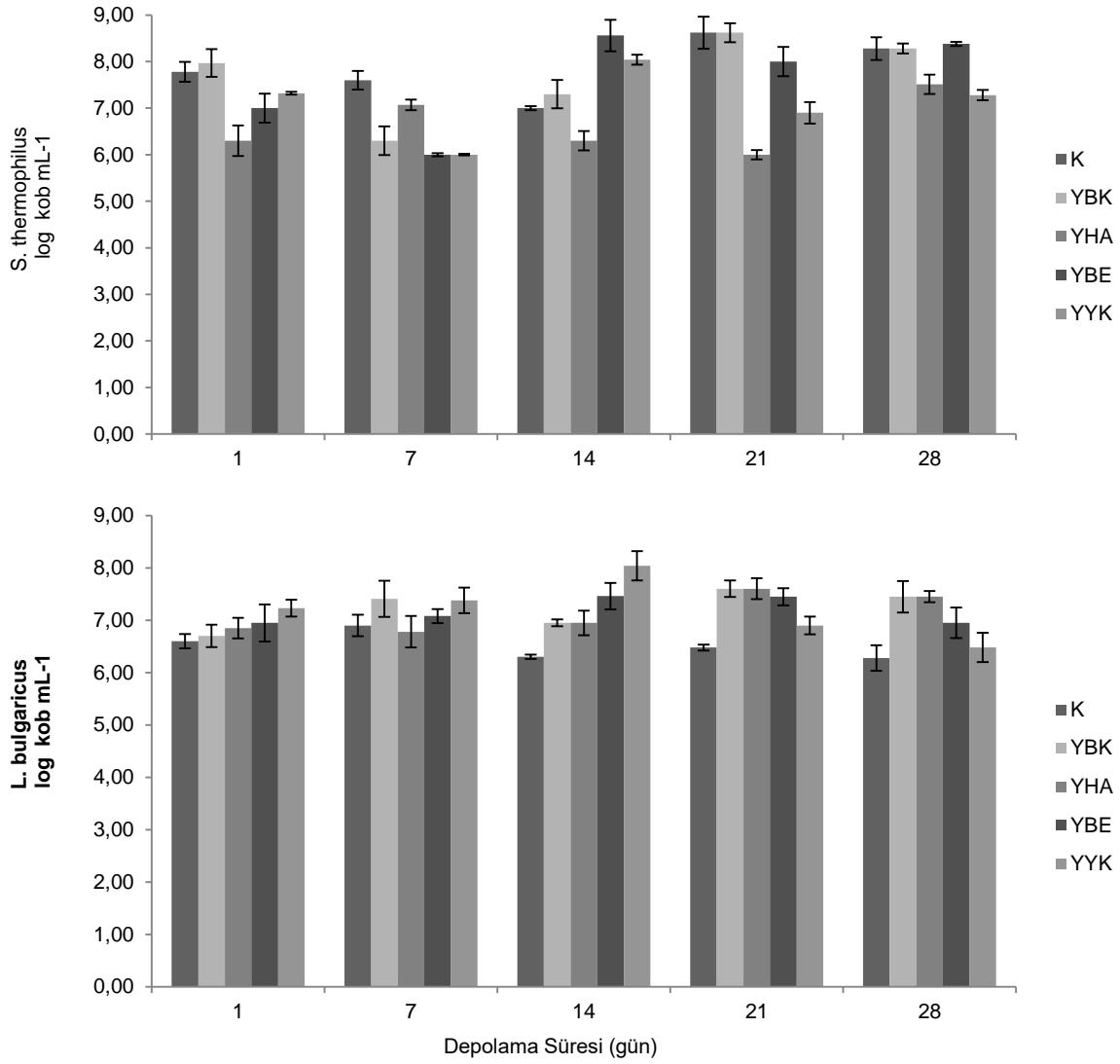
İstatistiksel analizler: Çalışmada, tesadüf parselleri deneme deseni uygulanarak ürün çeşitleri ve depolama süresi boyunca uygulanan analizlerde meydana gelen farklılıklar belirlenmiş (ANOVA) ve önemli düzeyde görülen farkların karşılaştırılması ise LSD testi ile gerçekleştirilmiştir (P<0,05, P<0,01).

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Yoğurt üretiminde starter kültür olarak kullanılan *L. bulgaricus* ile *S. thermophilus* uygun koşullarda süte aşılandığında simbiyotik faaliyetleri sonucunda süt şekerini fermente ederek, fermantasyonu ve aynı zamanda da yoğurt oluşumunu sağlamaktadırlar (Özcan-Yılsay ve ark., 2007). Fermantasyonun başlangıcında *S. thermophilus* ortamda daha baskın durumdadır ve *L. bulgaricus*'tan daha hızlı gelişerek oluşturduğu laktik asit sayesinde ortam asitliğini, 5,5 pH civarına kadar düşürmekte ve sınırlı düzeyde proteolitik aktivite göstermektedir. Oluşan asitlik ile ortam koşulları *L. bulgaricus* için uygun hale geldiğinde bu bakteri gelişmeye başlamakta ve proteolitik aktivitesi yüksek olduğundan sütteki kazeinden peptit ve aminoasitleri oluşturmaktadır. Oluşan bu aminoasitler (glutamik asit, histidin, sistein, metiyonin, valin ve lösin) *S. thermophilus*'un gelişimini teşvik etmektedir (Shiby ve Mishra, 2013).

Şekil 2'de 28 günlük depolama boyunca sebzeli yoğurtlardaki *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* sayıları görülmektedir. Sebze çeşidi ve depolama süresinin bu mikroorganizmaların gelişimi üzerinde etkili olduğu ve bakteri sayılarının depolama boyunca asidik koşulların yoğurt bakterilerinin gelişimi üzerine inhibisyon etkisine bağlı olarak *L. bulgaricus*'da azalırken, *S. thermophilus*'da sabit kaldığı saptanmıştır (P<0,01). Yoğurt bakterilerinin sayısının soğuk depolama boyunca azalabileceği araştırmacılar tarafından da doğrulanan ve beklenen bir sonuçtur (Sharma ve Mishra, 2013).

Süt ürünlerinde laktik asit bakterilerinin canlılığı; pH, asitlik, üretim parametreleri, yoğurdun bileşimi ve katkıları, depolama sıcaklığı, oksijen içeriği, kullanılan bakterinin türü, kültürde bulunan diğer mikroorganizmaların varlığı, kültür hazırlama ve geliştirme koşulları ve ayrıca ortamda bulunan inhibitörlerin etkisi ile değişebilmektedir (Shah, 2000). Genellikle düşük pH ve asit ortama duyarlılığına bağlı olarak *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus*'un ortamda gelişiminin, meyve ve sebze asitliği ile bakteriyel fermantasyon sonucu oluşan asitlikten etkilendiği belirtilmektedir (Mortazavian ve ark., 2006; Heydari ve ark., 2011; Martins ve ark., 2013).



Şekil 2 Depolama süresi boyunca sebze yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* (log kob mL⁻¹) sayılarının değişimi. K: Kontrol yoğurdu, YBK: balkabağı pürelü yoğurt, YHA: havuç pürelü yoğurt, YBE: bezelye pürelü yoğurt, YYK: yeşil kabak pürelü yoğurt.

Sebze yoğurt örneklerinde *L. bulgaricus* sayısı YYK, YBK, YBE örneklerinde daha yüksek bulunmuştur. Bunları YHA örneği izlerken, K örneğinde en düşük bakteri sayısı saptanmıştır. *S. thermophilus* sayısı YBK, YBE ve K örneğinde en yüksek belirlenirken, YHA örneğinde ise en düşük değer ortaya çıkmıştır (Şekil 2). Yapılan çalışmalar ile bitkisel ekstraktların içerdikleri lifler, fenolik bileşikler ve organik asitlerin, laktik asit bakterilerinin gelişimi ve aktivitesini artırıcı etkide bulunduğu saptanmıştır (Yoon ve ark., 2005; Nicolescu ve Buruleanu, 2010; Espirito Santo ve ark., 2011; Sharma ve Mishra, 2013).

Yoğurt üretiminde kullanılmakta olan starter kültür bakterileri, fermentasyon boyunca ortamda bulunan laktozu hidrolize ederek laktik asit meydana getirmekte ve bunun sonucunda sürekli azalmakta olan pH değeri, belirli bir seviyeye ulaştıktan sonra kazeini pıhtılaştırarak yoğurttaki jel yapısını oluşturmaktadır (Donkor ve ark., 2006). pH değeri kazein partikülleri ve peynir altı suyu proteinlerinin molekül içi ve moleküller arası elektrostatik etkileşiminden etkilenmektedir. Ayrıca peynir altı suyu

proteinlerinin tamponlama kapasitelerine bağlı olarak pH değerinde zaman zaman artış görülebilmektedir (Guggisberg ve ark., 2007).

Yoğurdu oluşumu sırasında yoğurt bakterileri çok yüksek metabolik aktiviteye sahip olmakla birlikte, soğutma ile bu aktivite azalmakta; enzimatik faaliyet devam etmektedir. Bu nedenle inkübasyon tamamlandıktan sonra, depolama boyunca yoğurda laktik asit miktarında artma yani pH değerlerinde azalma görülmektedir (Yaygın, 1999).

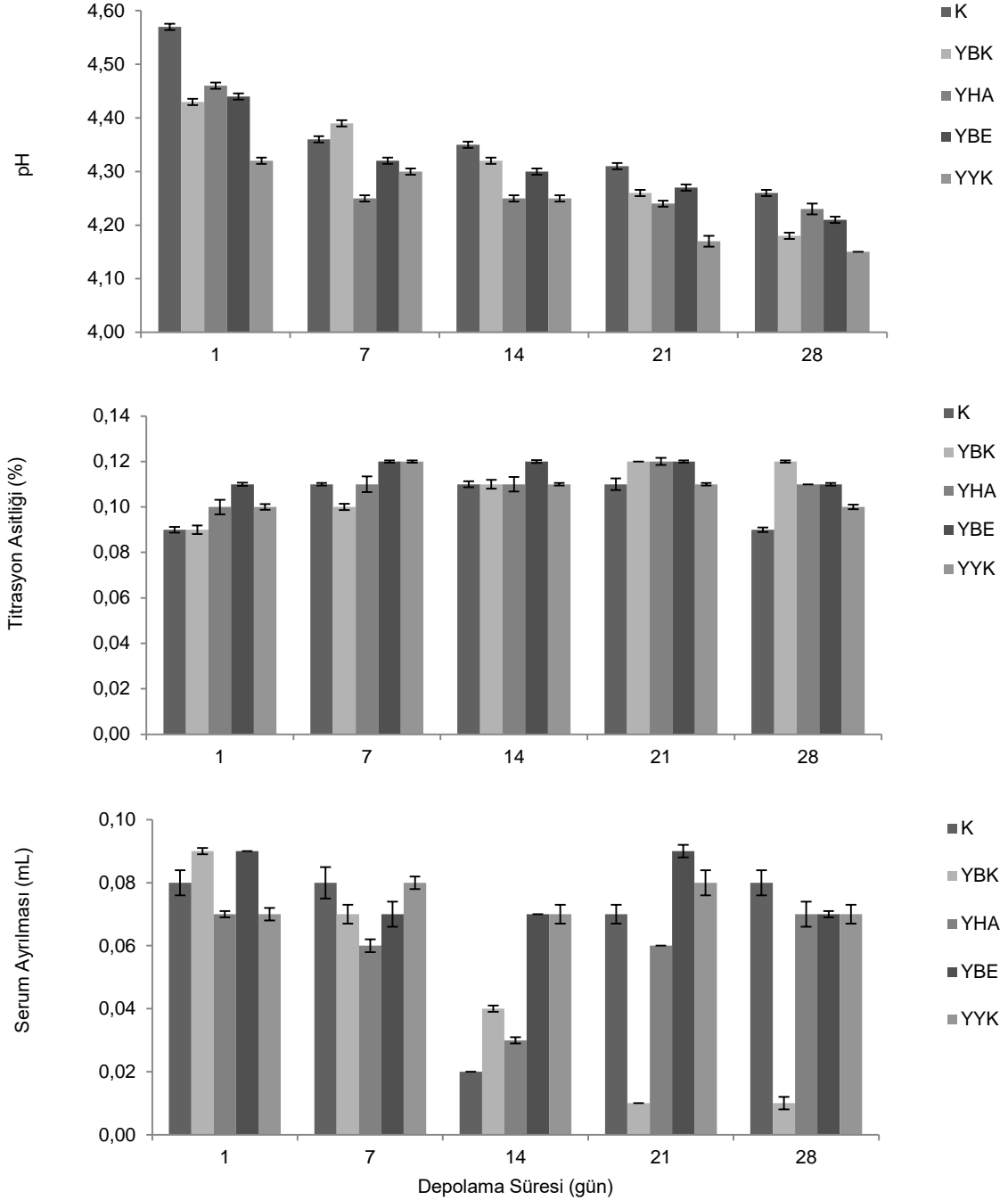
Yoğurt örneklerinde en düşük pH değeri YYK örneğinde saptanmıştır. Bu durumun, farklı sebze bileşimi ve asitliğe sahip yoğurtlarda starter kültürlerde yer alan bakterilerin farklı aktivite göstermesinden ve sebzelerin kendi asitliklerinden kaynaklandığı düşünülebilir. Sebze yoğurtların titrasyon asitliği değerleri ise birbirine yakın çıkmıştır.

Depolama boyunca pH değeri düşmüş ve titrasyon asitliği de artmıştır (Şekil 3). Depolamada bakteriyel aktivite azalmakta; ancak enzimatik faaliyet devam etmektedir. Yoğurt örneklerinde bakteri faaliyetinin belli

ölçüde devam etmesi sonucu pH değerlerindeki azalışa paralel olarak titrasyon asitliği değerlerinde de beklenen artış gözlenmiştir. Depolama süresince en düşük pH değeri ve en yüksek titrasyon asitliği değeri 28. günde saptanmıştır.

Süt ürünlerinin tekstürel özelliklerinin belirlenmesinde önemli bir parametre olan serum ayrılması, yoğurttaki pıhtı stabilitesinin özelliğini belirlemektedir. Serum

ayrılması set tipi yoğurtların dıştan gelen herhangi bir etki olmaksızın jel yapısında belirlenen su ya da serum olarak tanımlanmaktadır (Lucey, 2002). Bazı sebze pürelerinin katkısının yoğurdun serum ayrılması üzerinde önemli etkisi olduğu, serum ayrılmasını azalttığı saptanmıştır ($P<0,01$). Serum ayrılması en fazla bezelye (YBE) ve yeşil kabak (YYK), en düşük bal kabağı (YBK) örneğinde saptanmıştır.



Şekil 3 Depolama süresi boyunca sebze yoğurt örneklerinin pH, titrasyon asitliği (%) ve serum ayrılması (mL) değerleri değişimi. K: Kontrol yoğurdu, YBK: balkabağı pürelı yoğurt, YHA: havuç pürelı yoğurt, YBE: bezelye pürelı yoğurt, YYK: yeşil kabak pürelı yoğurt.

Diyet liflerinin, gıdaların yapısını ve stabilitesini değiştirmesi üzerine etkisi suyu bağlama özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Diyet liflerince zengin sebzelerin, yoğurda ilavesinin yoğurttaki suyu bağlayarak ya da protein ağındaki interaksyonu güçlendirerek sertliği ve viskoziteyi arttırmış olabileceği düşünülebilir. Sütün protein içeriği başta olmak üzere, kuru madde içeriği, homojenizasyon işlemi, ısıl işlem uygulaması, serum proteinlerinin denatürasyonu, sütün mineral madde içeriği, yoğurdun asitliği ve soğutma sıcaklığının serum ayrılması üzerine etkili olduğu bilinmektedir (Koçak ve Aydemir, 1994).

Yoğurtlarda yüksek asitlik, serum ayrılmasını arttıran önemli bir etmendir. Laktik asit fermantasyonu asitliğin devamlı olarak artışı ve kazeinin kümeleşmesi ile sonuçlanmaktadır. Bu sırada oluşan büyük partiküller su kaldırma kapasitesinin azalmasına ve belirgin bir serum ayrılmasına neden olmaktadır (Zhang ve ark., 2012). Serum ayrılmasının pH'sı en düşük olan yeşil kabak (YYK) örneğinde saptanması bunu doğrulamaktadır (Şekil 3).

Şekil 4'de sebzeli yoğurtların duyu özellikleri belirtilmiştir. Genel kabul edilebilirlik açısından kontrol (K) ve YHA aynı oranda beğenilirken, bunu YBK örneği izlemiştir. YBE örneği tekstür, koku, tat ve aroma yoğunluğu açısından en az beğenilen örnek olurken, YYK örneği görünüş, renk ve genel kabul edilebilirlik açısından en düşük puanları almıştır (P<0,01).

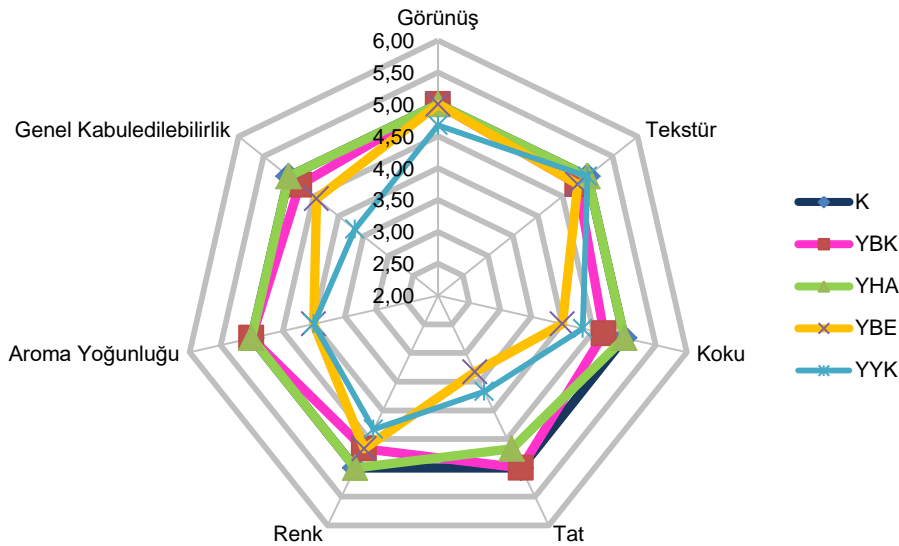
Gıdanın tekstürü gerçekte, dokunma hissi ile işitsel ve görsel mekanik özelliklerini kapsamaktadır (Wendin ve ark., 2010). Tekstür profil analiz cihazı, mekanik bir sıkıştırma ile örneği deformasyona uğratarak sıkıştırmanın kaldırılmasından sonra ikinci bir sıkıştırma ile insanın çiğneme hareketini taklit ederek ölçülen ve hesaplanan tekstürel özellikleri belirlemektedir (Tabilo-Munizaga ve Barbosa-Ca'novas, 2005; Chen ve Stokes, 2012). Yoğurtta tekstürel ölçümler, üretim parametrelerinin

standardizasyonu, yoğurt kalitesinin belirlenmesi ve mikro yapının daha iyi anlaşılabilmesi bakımından son derece önemli bir yere sahiptir (Ozcan, 2013).

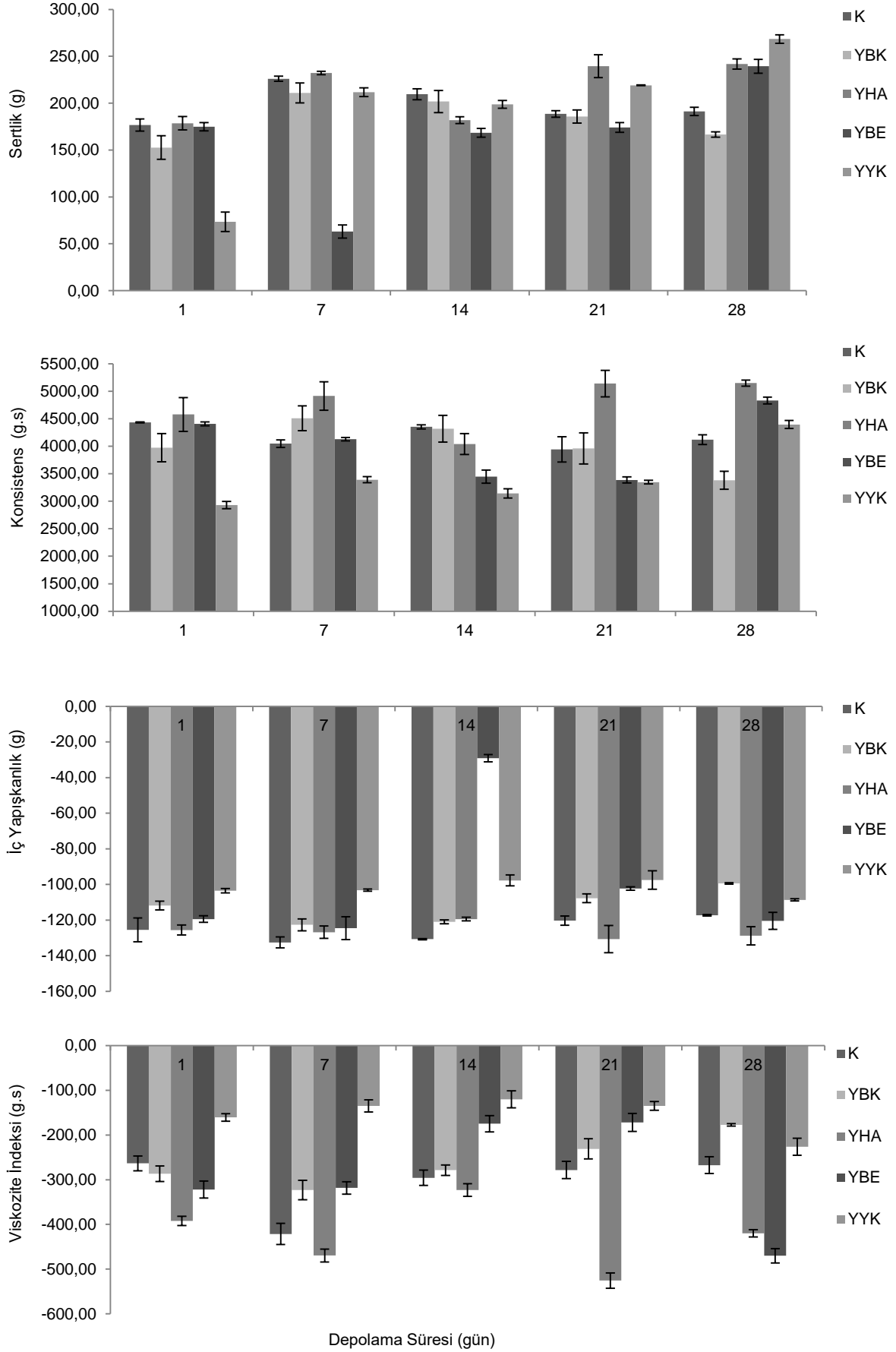
Yoğurt örneklerinin sertlik, konsistens, iç yapışkanlık ve viskozite indeksi değerleri Şekil 5'de verilmiştir. Gıda maddesinin yapısında belirli bir deformasyonu sağlamak için uygulanması gereken kuvvet olarak ifade edilen sertlik, yoğurt kalitesinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Sertlik, tekstürel açıdan yoğurt örneğine birinci sıkıştırmada uygulanan maksimum kuvvet olarak tanımlanırken; duyuusal açıdan ise bir maddeyi dişler arasında veya dil damak arasında sıkıştırmak belirli bir deformasyon veya penetrasyon sağlamak için gerekli olan kuvvet olarak ifade edilmektedir (Bourne, 1982; Ozcan, 2013). Sebze pürelü yoğurt örneklerinin sertlik (g) değerleri incelendiğinde sertlik değeri en yüksek havuç (YHA) ve yeşil kabak (YYK) örneğinde, en düşük balkabağı (YBA) örneğinde saptanırken, depolama boyunca artmıştır (P<0,01).

Sodini ve ark. (2004) uzun depolama süresinin yoğurt örneklerinin bazı tekstürel özellikleri (sertlik, serum ayrılması) üzerine etkisi olduğunu belirterek; bu durumun asitlik ve kazein hidrasyonunda meydana gelen artıştan ileri gelebileceğini bildirmişlerdir.

İç yapışkanlık, gıda örneğinin ağızda kırılmadan önceki deforme edilme derecesi ya da gıdanın iç bağlarının mukavemeti olarak tanımlanmaktadır. Tekstür analizinde uygulanan ikinci sıkıştırma sonrasındaki pozitif alanın, birinci sıkıştırma sonrasındaki pozitif alana oranıdır (Bourne 1982; Ozcan, 2013). İç yapışkanlık güçlü bağ oluşumunun göstergesidir ve yoğurdun yapısal bütünlük göstermesi üzerinde etkilidir. Yüksek bir iç yapışkanlık değeri daha güçlü bir jel yapısıyla ilişkilendirilmektedir (Delikanlı ve Ozcan, 2014). İç yapışkanlık değerleri en yüksek havuç (YHA) ve kontrol (K) örneğinde, en düşük bezelye (YBE) örneğinde saptanmıştır (P<0,01) (Şekil 5).



Şekil 4 Sebzeli yoğurt örneklerinin duyu özellikleri. K: Kontrol yoğurdu, YBK: balkabağı pürelü yoğurt, YHA: havuç pürelü yoğurt, YBE: bezelye pürelü yoğurt, YYK: yeşil kabak pürelü yoğurt.



Şekil 5 Sebze li yoğurt ların tekstürel özellikleri. K: Kontrol yoğurtu, YBK: balkabağı pürel i yoğurt, YHA: havuç pürel i yoğurt, YBE: bezelye pürel i yoğurt, YYK: yeşil kabak pürel i yoğurt.

Konsistens değerleri pozitif eğrinin altında kalan alanın hesaplanması ile belirlenmektedir ve ürünün yoğunluğu hakkında bilgi vermektedir. Yüksek konsistens değeri yüksek yoğunluğa sahip kıvamlı bir ürünü ifade etmektedir. Konsistens en yüksek havuç (YHA) en düşük yeşil kabak (YYK) örneğinde saptanırken depolama boyunca artmıştır ($P<0,01$). Yüksek sertlik yüksek viskozite ile ilişkili olmaktadır. Yoğurtlarda viskozite indeksi en yüksek havuç (YHA) en düşük yeşil kabak (YYK) örneğinde saptanırken depolama boyunca artmıştır ($P<0,01$) (Şekil 5).

Sonuç

Bu çalışmada sebze pürelerinin ilavesi ile hazırlanan yoğurtların tekstürel, duyuusal ve bazı fiziko-kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Yoğurdun jel özellikleri ve tekstürü duyuusal özellikler kadar önemli kalite parametrelerdir. Çünkü beğenilen bir tekstür aynı zamanda aroma ve tat özelliklerini de güçlendirmektedir. Bu çalışmada sebze ilavesinin tekstürel özellikleri iyileştirdiği görülmüştür. Çalışmanın devamı olarak sebze katkılarının fonksiyonel bileşenler ve antioksidan özellikler üzerine etkisi incelenecektir. Bu şekilde sağlığa verilen değer arttığı günümüzde besinsel ve fonksiyonel özellikleri yüksek sebze katkılarının ilavesi ile alternatif süt ürünlerinin geliştirilmesinin fonksiyonel gıda pazarına yenilikçi bir anlayış getireceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

Bird AR, Brown IL, Topping DL. 2000. Starches, resistant starches, the gut microflora and human health. *Current Issues in Intestinal Microbiology*, 1: 25-37.

Bourne MC. 1982. *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. Academic Press, New York, NY.

Chawla R, Patil GR. 2010. Soluble dietary fiber. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9: 178-196.

Chen J, Stokes JR. 2012. Rheology and tribology: Two distinctive regimes of food texture sensation. *Trends Food Science and Technology*, 25: 4-12

Cui SW, Nie S, Roberts KT. 2011. Functional properties of dietary fibre. *Biotechnology*, 4: pp. 517-525.

Dauchet L, Amouyel P, Dallongeville J. 2009. Fruits, vegetables and coronary heart disease. *Nature Reviews Cardiology*, 6: 599-608.

Delikanli B, Ozcan T. 2014. Effects of various whey proteins on the physicochemical and textural properties of set type nonfat yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 67: 495-503.

Donkor ON, Henriksson A, Vasiljevic T, Shah NP. 2006. Effect of acidification on the activity of probiotics in yoghurt during cold storage. *International Dairy Journal*, 16: 1181-1189.

Espirito -Santo AP, Perego P, Converti A, Oliveira MN. 2011. Influence of food matrices on probiotic viability - A review focusing on the fruity bases. *Trends in Food Science and Technology*, 22: 377-385.

Gebbers JO. 2007. Atherosclerosis, cholesterol, nutrition, and statins e a critical review. *German Medical Science*, 5: 1-11.

González-Tomás L, Costell E. 2006. Relation between consumers' perceptions of color and texture of dairy desserts and instrumental measurements using a generalized procrustes analysis. *Journal of Dairy Science*, 89: 4511-4519.

Granato D, Branco GF, Nazzaro F, Cruz AG, Faria JAF. 2010. Functional foods and non dairy probiotic food development: trends, concepts, and products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9: 292-302.

Guggisberg D, Eberhard P, Albrecht B. 2007. Rheological characterization of set yogurt produced with additives of native whey proteins. *International Dairy Journal*, 17: 1353-1359.

Hasler CM. 2002. Functional foods: Benefits, concerns and challenges-A Position paper from the American council on science and cealth. *Journal of Nutrition*, 132: 3772-3781.

He FJ, Nowson CA, Lucas M, MacGregor GA. 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.

Heydari S, Mortazavian AM, Ehsani MR, Mohammadifar MA, Sohrabvandi S. 2011. Biochemical, microbiological and sensory characteristics of probiotic yogurt containing various prebiotic or fiber compounds. *Italian Journal of Food Science*, 23: 153-163.

Hodge AM, English DR, O'Dea K, Giles GG. 2004. Glycemic index and dietary fiber and the risk of type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 27: 2701-2706.

Horwitz W. 2000. *Official Methods of Analysis of AOAC International (17thed.)*. Gaithersburg, USA: 507 Association of Official Analytical Chemists.

Koçak C, Aydemir S. 1994. Süt Proteinlerinin Fonksiyonel Özellikleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yay. No.20*, Ankara.

Kurdal E, Özcan T, Yılmaz L. 2016. Süt Teknolojisi. *Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Notu*, No: 99, Bursa, 260s.

Lee WJ, Lucey JA. 2010. Formation and physical properties of yogurt. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 23: 1127-1136.

Liu S, Willett WC, Manson JE, Hu FB, Rosner B, Colditz G. 2003. Relation between changes in intakes of dietary fiber and grain products and changes in weight and development of obesity among middle-aged women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 78: 920-927.

Lucey JA. 2002. Foundation scholar award formation and physical properties of milk protein gels. *Journal of Dairy Science*, 85: 281-294.

Lunn J, Buttriss JL. 2007. Carbohydrates and dietary fibre. *British Nutrition Foundation Found*, 32: 21-64.

Malkki Y. 2004. Trends in dietary fiber research and development. *Acta Alimentaria*, 33: 39-62.

Martins EMF, Ramos AM, Vanzela ESL, Stringheta PC, de Oliveira Pinto CL, Martins JM. 2013. Products of vegetable origin: a new alternative for the consumption of probiotic bacteria. *Food Research International*, 51: 764-770.

Moraru D, Bleoanca I, Segal R. 2007. Probiotic vegetable juices. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati, Fascicle IV - Food Technology*, 8: 87-91.

Mortazavian AM, Ehsani MR, Mousavi SM, Sohrabvandi S, Reinheimer JA. 2006. Combined effects of temperature-related variables on the viability of probiotic microorganisms in yogurt. *The Australian Journal of Dairy Science*, 61: 248-252.

Nicolesco CL, Buruleanu LC. 2010. Correlation of some substrate parameters in growing *Lactobacillus acidophilus* on vegetable and fruit cocktail juices. *Bulletin. UASVM Agriculture*, 67: 352-359.

O'Shea N, Elke K, Arendt, 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 and Emerging Technologies*, 16: 1-10

- Ozcan T, Horne D, Lucey, JA. 2011. Effect of increasing the colloidal calcium phosphate of milk on the texture and microstructure of yogurt. *Journal of Dairy Science*, 94: 5278-5288.
- Ozcan T, Kurtuldu O. 2014. Influence of dietary fiber addition on the properties of probiotic yogurt. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 5: 397-401.
- Ozcan T. 2013. Determination of yogurt quality by using rheological and textural parameters. 2013 2nd International Conference on Nutrition and Food Sciences -ICNFS 2013, July, 27-28 Moscow, Russia, *Nutrition and Food Science II*, 53: 118-122.
- Ozcan-Yilsay T, Lee WJ, Horne D, Lucey JA. 2007. Effect of trisodium citrate on rheological, physical properties and microstructure of yogurt. *Journal of Dairy Science*, 90: 1644-1652.
- Özcan T, Kurtuldu O, Delikanlı B. 2013. Tahıl içerikli süt ürünlerinin geliştirilmesinde β -glukan kullanımı. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27: 87-96.
- Özcan T. 2012. Fonksiyonel süt ürünleri ve sağlıklı yaşam. *Tarım Türk Dergisi*, 38:156-160.
- Pang G, Xie J, Chen Q, Hu Z. 2012. How functional foods play critical roles in human health. *Food Science and Human Wellness* 1: 26-60.
- Park Y, Hunter DJ, Spiegelman D, Bergkvist L, Berrino F, van den Brandt PA, Buring JE, Colditz GA, Freudenheim JL, Fuchs CS, Giovannucci E, Goldbohm RA, Graham S, Harnack L, Hartman AM, Jacobs Jr DR, Kato I, Krogh V, Leitzmann MF, McCullough ML, Miller AB, Pietinen P, Rohan TE, Schatzkin A, Willett WC, Wolk A, Zeleniuch-Jacquotte A, Zhang SM, Smith-Warner SA. 2005. Dietary fiber intake and risk of colorectal cancer: a pooled analysis of prospective cohort studies. *JAMA* 294: 2849-2857.
- Patrignani F, Iucci L, Lanciotti R, Vallicelli M, Mathara J, Holzapfel WH, Guertzoni ME. 2007. Effect of high-pressure homogenization, nonfat milk solids, and milkfat on the technological performance of a functional strain for the production of probiotic fermented milks. *Journal of Dairy Science*, 90: 4513-4523.
- Profir AG, Neagu CV, Vizireanu C. 2015. Impact of nutrients on the probiotic survival and sensory properties of vegetables Juice. *Romanian Biotechnological Letters*, 20: 11041-11048.
- Rekhy R, McConchie R. 2014. Promoting consumption of fruit and vegetables for better health. Have campaigns delivered on the goals? *Appetite* 79: 113-123.
- Rivera-Espinoza Y, Gallardo-Navarro Y. 2010. Non-dairy probiotic products. *Food Microbiology*, 27: 1-11.
- Roberfroid MB. 2007. Concepts and strategy of functional food science: the European perspective. *American Journal of Clinical Nutrition* 71: 1660-1664
- Rodríguez R, Jiménez A, Fernández-Bolaños J, Guillén R, Heredia A. 2006. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. *Trends in Food Science and Technology*, 17: 13–15.
- Schieber A, Stintzing FC, Carle R. 2001. By-products of plant food processing as a source of functional compounds-recent developments. *Trends in Food Science and Technology*, 12: 401-413.
- Shah NP. 2000. Probiotic bacteria: selective enumeration and survival in dairy foods. *Journal Dairy Science*, 83: 894-907.
- Sharma V, Mishra HN. 2013. Fermentation of vegetable juice mixture by probiotic lactic acid bacteria. *Nutrafoods*, 12: 17-22.
- Shiby VK, Mishra HN. 2013. Fermented milks and milks products as functional foods-A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53: 482-496.
- Slavin JL. 2005. Dietary fiber and body weight. *Nutrition*. 21: 411-418.
- Sodini I, Remeuf F, Haddad S, Corrieu G. 2004. The relative effect of milk base, starter, and process on yogurt texture: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44: 113-137.
- Sola R, Godas G, Ribalta J, Vallve JC, Girona J, Anguera A, Ostos M, Recalde D, Salazar J, Caslake M, Martin-Lujan F, Salas-Salvado J, Masana L. 2007. Effects of soluble fiber (*Plantago ovata* husk) on plasma lipids, lipoproteins, and apolipoproteins in men with ischemic heart disease. *The American Journal of Clinical Nutrition* 85: 1157-1163.
- Staffolo MD, Bertola N, Martino M, Bevilacqua A. 2004. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *International Dairy Journal*, 14: 263-268.
- Tabatabai A, Li S. 2000. Dietary fiber and type 2 diabetes. *Clinical Excellence for Nurse Practitioners*, 5: 272-276.
- Tabilo-Munizaga G, V. Barbosa-Ca'novas G. 2005. Rheology for the food industry. *Journal of Food Engineering*, 67: 147-156.
- Telrandhe UB, Kurmi R, Uplanchiwar V, Mansoori MH, Raj VJ, Jain K, Jain SK. 2012. Nutraceuticals- A phenomenal resource in modern medicine. *International Journal of Universal Pharmacy and Life Sciences*, 2 : 179-195.
- Terry P, Giovannucci E, Michels, KB, Bergkvist L, Hansen H, Holmberg L, Wolk A. 2001. Fruit, vegetables, dietary fiber, and risk of colorectal cancer. *Journal of the National Cancer Institute*, 93: 525-533.
- Tharmaraj N, Shah NP. 2003. Selective enumeration of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, Bifidobacteria, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, and *Propionibacteria*. *Journal of Dairy Science*, 86: 2288-2296.
- Trepel F. 2004. Dietary fibre: more than a matter of dietetica. I. Compounds, properties, physiological effects. *Wiener klinische Wochenschrift*, 116: 465-471.
- Trumbo P, Schlicker S, Yates AA, Poos M. 2002. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. *Journal of the American Dietetic Association*, 102: 1621-1630.
- Vasudha S, Mishra HN. 2013. Non dairy probiotic beverages. *International Food Research Journal*, 20: 7-15.
- Viuda-Martos M, L'Opez-Marcos MC, Fern'Andez-L'Opez J, Sendra E, Lo'Pez-Vargas JH, Pe'Rez-A'Lvarez JA. 2010. Role of fiber in cardiovascular diseases. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9: 240-258.
- Wendin K, Ekman S, Bülow M, Ekberg O, Johansson D, Rothenberg E, Stading M. 2010. Objective and quantitative definitions of modified food textures based on sensory and rheological methodology. *Citation: Food and Nutrition Research*, 54: 5134-5144.
- Yaygın H. 1999. Yoğurt Yapımında Saf Kültür Kullanımı ve Önemi. III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Ankara, s. 83-94.
- Yoon KY, Woodams EE, Hang YD. 2005. Fermentation of beet juice by beneficial lactic acid bacteria. *LWT-Food Science and Technology*, 38: 73-75.
- Zhang T, Zhang, ZH, Yan H. 2012. Effects of stabilizers and exopolysaccharides on physiochemical properties of fermented skim milk by *Streptococcus thermophilus* ST1. *African Journal of Biotechnology*, 11: 6123-6130.