



Elma Lifi ile Zenginleştirmenin Set Tipi Yoğurtların Bazı Özelliklerine Etkisi

Musa Serdar AKIN^{1*}, Mutlu Buket AKIN¹

¹Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

*Sorumlu yazar: sakin@harran.edu.tr

Öz

Bu çalışmada elma lifinin yoğurt üretiminde kullanım olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla 4 farklı oranda elma lifi (A:%0 (kontrol), B:%0.25, C:%0.50, D:%1) ilave edilerek set tipi yoğurt üretilmiştir. Depolamanın 1., 10. ve 20.günlerinde yoğurtların kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Farklı oranlarda elma lifi kullanımının yoğurtların viskozite, pH, su tutma kapasitesi, titrasyon asitliği, serum ayrılması, görünüm, yapı ve tekstür, tat ve aroma, toplam duyuşal puan, *Streptococcus thermophilus* (*S. thermophilus*) ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (*L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) sayıları üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Elde edilen analizler neticesinde elma lifi ilavesinin yoğurtların reolojik özelliklerini ve duyuşal niteliklerini olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Sonuç olarak yoğurt üretiminde %0.25 veya %0.50 oranında elma lifinin rahatlıkla kullanılabileceği kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yoğurt, Elma lifi, Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik ve duyuşal özellikler

The Effects of Enrichment with Apple Fibre on the Some Properties of Set Type Yogurts

Abstract

In this study, the possibility of using apple fibre in yogurt production was investigated. For this purpose four set type of yogurts were produced by using apple fibre at different rates (A: 0% (control), B: 0.25%, C: 0.50%, D: 1%). Chemical, physical and sensory properties of yogurt samples were investigated during 1st, 10th and 20th days of storage. The use of apple fiber at different rates in yogurt production had significantly affected the viscosity, pH, water holding capacity, titratable acidity, whey separation, appearance, structure and texture, flavor and aroma, total scores, *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* counts of yogurt ($p < 0.01$). The results obtained suggest that addition of apple fibre enhanced rheological and sensorial properties of yogurts. In conclusion, apple fibre could be used for yogurt production at a rate of 0.25 or 0.50%.

Keywords: Yogurt, apple fiber, Physicochemical, Microbiological and sensory properties

Giriş

Yoğurt, yüksek besleyici değeri ve insan sağlığına olumlu etkileri ile sadece ülkemizde değil, hemen hemen tüm dünyada kabul gören, fermente bir süt ürünüdür. Yoğurt, sütün içerdiği tüm besin öğelerini daha yoğun bir şekilde içermektedir. Yoğurdun insan sağlığı açısından olumlu etkileri temel olarak

Streptococcus thermophilus ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'tan oluşan bakteri kültürünü canlı olarak içermesine ve böylece fermente bir süt ürünü olmasına dayanmaktadır (Anonim, 1991). Son yıllarda yapılan çalışmalarda adı geçen bakterilerin insanların bağışıklık sistemlerinde önemli rol oynadıkları ve sadece bulaşıcı hastalıklara karşı değil, kansere karşı da direnci artıran

maddelerin alınmasında (IFN γ) güçlendirici etkiye sahip oldukları bildirilmektedir (Halpern ve Trapp, 1993).

Son yıllarda yoğurt tüketiminde hızlı bir artış yaşanmaktadır. Bu durumun ana sebeplerinden biri yapılan pek çok çalışma ile yoğurdun sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin belirlenmesidir. Laktoz intoleransı görülen kişiler süt yerine rahat bir şekilde yoğurdu tüketebilmektedirler. Ayrıca yapılan çalışmalarda yoğurdun içerdiği canlı starter kültürler sebebiyle bağışıklık sistemini destekleyici etki gösterdiği belirtilmektedir (Akın, 2006). Üstün sindirilebilme niteliğine sahip olan yoğurt mide ve bağırsak hastalıklarına karşı iyileştirici etki gösterir. İçerdiği laktik asit bakterilerinin ortam pH'sını düşürmeleri sonucunda antimikrobiyal özelliği vardır (Barnes ve ark., 1991a). Ülkemizde bolca tüketilen yoğurt belirlenen olumlu etkilerinden dolayı son yıllarda daha da fazla ilgi çekmektedir. Ayrıca her zaman hazır ve kolay bulunabilirliği de yoğurt tüketimini etkileyen önemli bir avantaj olmaktadır.

Günümüzde tüketicilerin hızlı tüketilebilen gıdalara olan taleplerinin artması diğer taraftan bedensel etkinliklerin azalması ve yanlış beslenme alışkanlıkları sonucu; kalp damar hastalıkları, sindirim sistemi hastalıkları, aşırı şişmanlık, diyabet ve bağırsak hastalıkları gibi bazı sağlık problemleri artış göstermiştir (Burdurlu ve Karadeniz, 2003; Dülger ve Şahan, 2011; O'Shea ve ark., 2012). Tüketicilerin sağlık konusundaki bilincinin artmasıyla birlikte birçok rahatsızlığa karşı etkisi kesin olarak bilinen diyet lifleri sağlıklı yaşama ve beslenme tavsiyelerinin en tepesinde yer bulmaya başlamıştır. Bunun sonucunda da gıda endüstrisinde yan ürün olarak açığa çıkan, genellikle hayvan yemi olarak değerlendirilen, ekonomik anlamda düşük

katma değere sahip ve önemli miktarda lif içeren kaynakların insan beslemesinde kullanılabilme olanakları ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır (Özkaya, 1993; Gül, 2007).

Midede doyunluk hissi vermesi, serum düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterol konsantrasyonunu azaltması, insülin seviyesini kontrol altına alması ve hemen hemen hiç kalori vermemesi düşünüldüğünde de zayıflamak isteyenler için diyet liflerini çok daha cazip hale getirmiştir. Sağlık üzerine bu olumlu etkileri nedeniyle diyet lifi içeren ürünlerin tüketimi dünyadaki birçok sağlık kuruluşu tarafından önerilmektedir (Özkaya, 1993). Lifli gıdaların tüketiminin yüksek olduğu toplumlarda serum kolesterol düzeyleri ve koroner kalp hastalıklarından ölümlerin düşük olduğu bilinmektedir. Ayrıca tipik diyetlere viskoz, çözünür lif kaynakları eklendiğinde, serum kolesterolünde %5 ve daha yüksek oranda olduğu belirtilmektedir.

Yoğurtta hurma (Hashim ve ark., 2009), kuşkonmaz (Sanz ve ark., 2008), portakal (Sendra ve ark., 2008), kayısı (Güzeler ve ark., 2010) ve tahıl (Hoppart ve ark., 2013) liflerinin kullanım olanakları konusunda çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Ancak elma lifleri ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı; sağlığa olan yararlı etkileri sonucu kullanımı giderek yaygınlaşan diyet liflerden elma lifinin yoğurtlarda kullanım imkanını araştırmak, böylece fonksiyonel yeni bir ürün geliştirmek ve yoğurdun reolojik özelliklerini iyileştirmektir. Ayrıca, sonuçlar olumlu olursa meyve sanayii artıklarından olan elma liflerinin kullanılması için yeni bir alan yaratılması hedeflenmiştir. Bu amaçla yoğurda işlenecek sütlere farklı oranlarda elma lifi ilave edilmiş ve depolamanın 1., 10. ve 20. günlerinde yoğurtların fizikokimyasal, duyuşsal ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiştir.

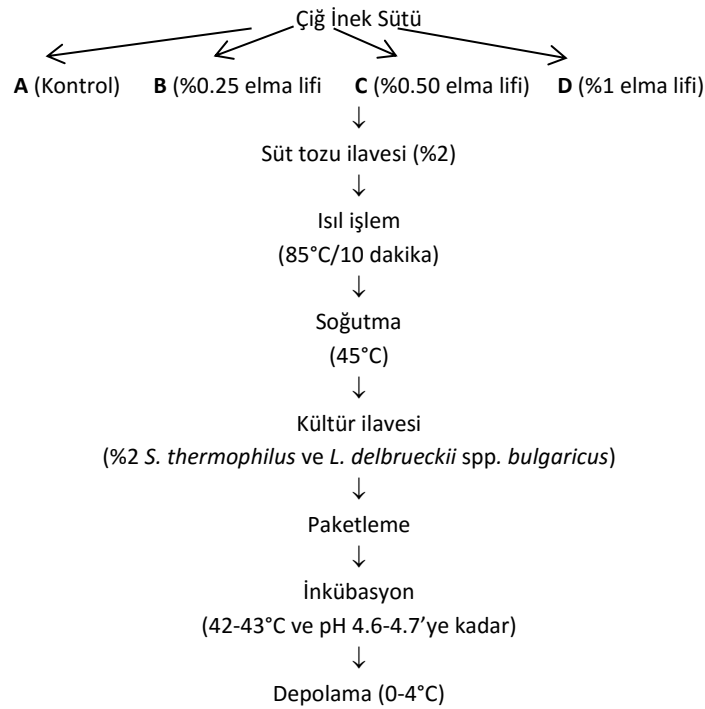
Materyal ve Metot

Çalışmada, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Döner Sermaye İşletmesinden sağlanan inek sütleri kullanılmıştır. Yoğurda işlenecek sütlerin kuru madde artırımı için süt tozu (Pınar Süt, İzmir), starter kültür olarak Chr.Hansen (Peyma-Hansen, Türkiye) firmasının ürettiği YC-350 (*Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus*) liyofilize kültürü ve ticari elma lifi (Arosel Gıda, İstanbul) kullanılmıştır.

Yoğurt Üretimi

Yoğurt üretimi, Tamime ve Robinson'a (1999) göre yapılmıştır (Şekil 1). Çiğ süt 4'er

kg'lık 4 gruba ayrılmıştır. Sütlerin her birine 45°C'de %2 oranında süttozu ve farklı oranlarda elma lifi (A: %0 (kontrol), B: %0.25, C: %0.50, D: %1) ilave edilerek homojen hale gelinceye kadar blender ile karıştırılmıştır. Sonra 85°C' de 10 dakika pastörizasyon uygulanmıştır. 45°C'e kadar soğutulan sütlere %2 oranında kültür ilavesi (yoğurt) yapılmış ve pH 4.6-4.7'e gelinceye kadar 42-43°C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda yoğurtlar +4°C'ye kadar soğutulurak 20 gün boyunca depolanmıştır. Depolamanın 1., 10. ve 20. günlerinde analizler yapılmıştır. Çalışma 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.



Şekil 1. Elma lifli yoğurt üretim akış şeması

Fig. 1. The flow chart of production of yogurt with apple fibre

Analitik Yöntemler

Yoğurtlarda pH, titrasyon asitliği, kurumadde (Anonim, 1999), yağ (Anonim, 2002), toplam azot ve protein (IDF, 1993), serum ayrılması (Kessler ve Kammerlahner, 1982), viskozite (Özer ve ark., 1997), su tutma kapasitesi (Remeuf ve ark., 2003) *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (Rybka ve Kailasaphaty, 1996)'e göre yapılmıştır. Yoğurt örneklerinin duyuşal olarak değerlendirilmesi için 10 kişilik panelist grubu oluşturulmuş ve hedonik test uygulanmıştır (Bodyfelt ve ark., 1988). İstatistiksel Analizler "tesadüf parsellerinde faktöriyel" deneme desenine (4x3x2) göre

yapılmış ve SPSS 16.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Duyusal analizlerden elde edilen sonuçlara ise non-parametrik testlerden Kruskal-Wallis uygulanmıştır (Steel ve Torrie, 1980).

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ sütlerin bileşimi ortalama olarak pH 6.64±0.02, titrasyon asitliği %0.16±0.01, kurumadde 11.73±0.11, protein %3.35±0.04, yağ 3.1±0.07, laktoz %4.58±0.06 ve kül % 0.75±0.02 olarak belirlenmiştir. Yoğurtların kimyasal kompozisyonu Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 1. Yoğurtların bileşimi

Table 1. Composition of yogurts

Yoğurtlar*	pH	T.A. (% laktik asit)	Kurumadde (%)	Protein (%)	Yağ (%)
Yogurts	pH	T.A. (lactic acid %)	Dry matter (%)	Protein (%)	Fat (%)
A	4.63±0.02	0.991±0.043	13.24±0.23	3.87±0.15	3.2±0.08
B	4.57±0.02	1.044±0.027	13.43±0.31	3.76±0.10	3.2±0.10
C	4.53±0.05	1.105±0.002	13.66±0.28	3.86±0.21	3.2±0.10
D	4.58±0.01	1.058±0.002	14.01±0.25	3.83±0.16	3.2±0.09

* A: %0 (kontrol), B: %0.25, C: %0.50, D: %1 elma lifi içeren yoğurtlar

Yoğurtların fizikokimyasal özelliklerinde depolama süresince görülen değişimler Çizelge 2'de verilmiştir. Lif ilavesinin ve depolama süresinin yoğurtların pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, viskozite ve su tutma kapasitesine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).

Elma lifi ilavesi ile yoğurtların asitliği arasında pozitif bir korelasyon olduğu görülmüştür. En düşük pH değeri C yoğurdunda, en yüksek pH değeri ise A yoğurdunda tespit edilmiştir. Örneklerin titrasyon asitliklerinde ise en düşük titrasyon asitliği A örneğinde, en yüksek değer C örneğinde belirlenmiştir. Bu sonuç ilave edilen elma liflerinin yoğurt bakterilerinin gelişimini teşvik etmesine ve daha fazla asit

üretmelerine bağlanabilir. Mikrobiyolojik analiz sonuçları da bu bulguyu desteklemektedir. Ancak, yoğurtlarda elma lif oranı %1'e yükseldiğinde pH değerinin arttığı ve asitliğin düştüğü belirlenmiştir. Bu durumun örneklerde artan asitliğin yoğurt bakterilerinin gelişimini olumsuz etkilemesinden ve metabolik aktivitelerini azaltmasından kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir. Bilindiği gibi yoğurt bakterileri sütteki laktozun %20-30'unu fermente edebilmektedir. Çünkü artan laktik asit miktarı yoğurt bakterilerini aksi yönde etkilemekte ve fermentasyonu sınırlamaktadır (Özer, 2006). Ayrıca artan lif ilavesi ile birlikte yoğurdun su aktivitesinin azaldığı ve bakteri gelişiminin yavaşladığı

düşünülmektedir. Depolama süresince yoğurtların pH değerlerinde beklendiği gibi sürekli bir azalma, titrasyon asitliği değerlerinde de sürekli bir artış gözlenmiştir. Benzer bulgulara Güven ve ark. (2005) tarafından da ulaşılmıştır. Depolama süresince pH ve titrasyon asitliği değerlerinde görülen değişim, yoğurtta bulunan starter kültürlerin laktozu fermente ederek laktik asit oluşturmasından kaynaklanmaktadır. Saldamlı ve Babacan (1996), Aportela-Palacios ve ark (2005), Güven ve ark. (2005), Şahan ve ark. (2008) ve Yedikardaş (2010) tarafından da diyet lif ilave edilen yoğurtlarda depolama süresince pH değerlerinin düştüğü belirlenmiştir.

Yoğurtlara ilave edilen elma lifi oranı arttıkça viskozite değerlerinin arttığı görülmüştür ($p < 0.01$). Besinsel lifler; pektin, gam, musilajlar ve suda çözünen pentozanları içermekte (Jalili, 2001; Ralapati, 2002) ve suyu bağlayarak jel ve sıkı yapı oluşturmaktadırlar. Saldamlı ve Babacan (1996), Aportela-Palacios ve ark (2005), Garcia-Perez ve ark. (2006) ile Şahan ve ark. (2008) da diyet lif ilave edilen yoğurtların viskozite değerlerinin kontrol örneklerinden daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Depolama süresince viskozite değerlerinin arttığı görülmüştür. Bilindiği gibi soğukta depolama sırasında pH'daki düşüğe bağlı olarak asit kazein jellerinde protein-protein interaksyonu devam etmekte ve proteinler arasındaki bağlar yeniden düzenlenmektedir (Özer ve ark. 1997; Akın ve ark., 2009). Buna bağlı olarak fermantasyon sırasında ve sonrasında jel sıklığı artmaktadır. Diğer yandan genel olarak sütün kurumadde içeriği arttıkça viskozitesinin de arttığı bilinmektedir (Akın ve ark., 2009).

Serum ayrılması değeri tüketici beğenisi açısından yoğurtlarda en önemli faktörlerden birisidir. Yoğurtlara ilave edilen elma lifi oranı

ile yoğurtların serum ayrılması değerinde pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiş, elma lifi oranı arttıkça serum ayrılması değerinde önemli düzeyde azalmalar olduğu saptanmıştır. En yüksek değer A yoğurdunda, en düşük değer ise C yoğurdunda tespit edilmiştir. Çözünmez lifler; selüloz, hemiselüloz, lignin ve suda çözünmeyen pentozanları içermesinden dolayı ağırlıklarının 20 katı kadar suyu absorblamakta, ancak viskoz yapı oluşturmamaktadır (BeMiller ve Whistler, 1996; Thebaudin ve ark., 1997). Depolama süresince yoğurtların serum ayrılması değerinde bir azalma olduğu belirlenmiştir. Aportela-Palacios ve ark (2005) tarafından da benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

En yüksek su tutma kapasitesine C yoğurdu, en düşük değer ise A yoğurdu sahip olmuştur. Yoğurtlardaki elma lifi oranı arttıkça su tutma kapasitelerinin arttığı saptanmıştır. Bu sonuç, besinsel liflerin su bağlama özelliğinin yüksek olmasıyla açıklanabilir. Bununla birlikte, lif oranının belli bir düzeye ulaştıktan sonra liflerin protein jel matriksini bozduğu ve sulandırdığı bildirilmiştir (Zhuang ve ark., 2016). Termal protein jellerinde liflerle proteinlerin suyu bağlamak için yarıştığı ve proteinler arasındaki bağların yeniden düzenlendiği tespit edilmiştir (Xu ve ark., 2011). Elma lifi oranı %1 olan D örneğinde su tutma kapasitesinin azalması da bu duruma bağlanabilir. Şahan ve ark. (2008) da β -glukan ilavesinin yoğurtların su tutma kapasitesini arttırdığını bildirmiştir. Depolama süresince yoğurtların su tutma kapasitesinde bir artış olduğu belirlenmiştir. Bu artışta depolama sırasında starter kültürlerin oluşturduğu bazı metabolik faaliyetler sonucu asitliğin artması ve proteinler arasındaki bağların yeniden düzenlenmesi etkili olmuş olabilir. Akın (1998), zamana bağlı olarak protein matriksinde oluşan net basınçtaki azalmanın

protein matrisinden dışarıya olan serum sızması oranını azaltabileceğini bildirmiştir.

Yoğurtların *S. thermophilus* sayıları 7.88 ± 0.029 ile 9.37 ± 0.011 log kob/g arasında değişmiştir. Elma lifi ilaveli yoğurt örnekleri kontrol örneğine göre daha yüksek *S. thermophilus* sayısına sahip olmuştur (Şekil 2). Elma lifi oranı arttıkça yoğurtlardaki *S. thermophilus* sayılarında bir miktar artış görülmüş ve bu artış istatistiksel olarak

önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Sendra ve ark. (2008) da portakal ve limon lifi ilave edilen ve 30 gün depolanan probiyotik yoğurtlardaki *S. thermophilus* sayılarının kontrol yoğurtlarından daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Yoğurtlardaki *S. thermophilus* sayıları depolamanın 10. gününe kadar bir artış göstermiş, daha sonra ise tüm örneklerde bir azalma söz konusu olmuştur ($p < 0.01$).

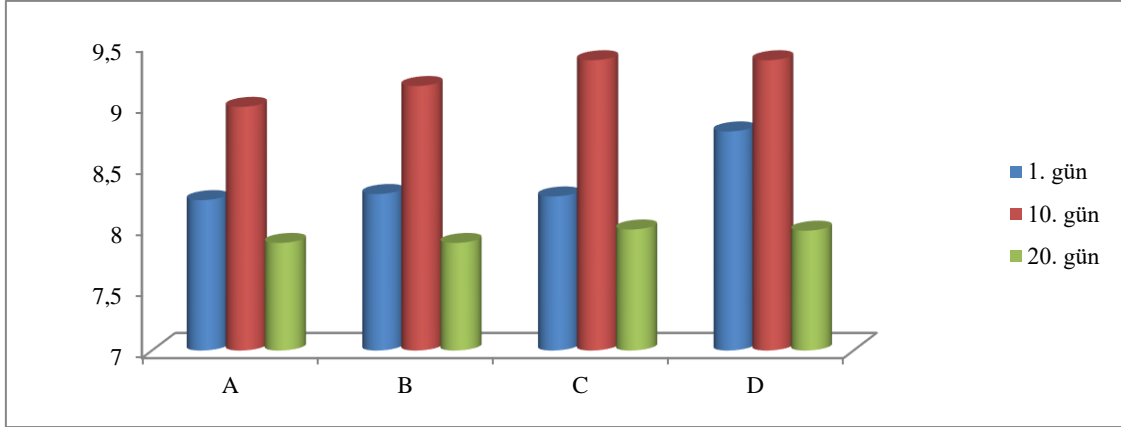
Çizelge 2. Depolama süresi boyunca yoğurtların fizikokimyasal özelliklerindeki değişimler (n=2)**

Table 2. The changes of physicochemical properties of yogurt during storage period

Yoğurtlar*	Depolama Süresi (Gün) Storage Period (day)	pH pH	Toplam Asitlik (% L.A.) Total Acidity (L.a.%)	Viskozite (cP) Viscosity (cP)	Serum Ayrılması (%) Whey Separation (%)	Su Tutma Kapasitesi (%) Water Holding Capacity (%)
A	1.	4.63 ± 0.015^A	0.991 ± 0.043^B	2523 ± 26^D	34.95 ± 0.94^A	33.82 ± 0.28^C
	10.	4.55 ± 0.005^B	1.073 ± 0.018^B	2998 ± 69^C	30.76 ± 0.19^B	37.13 ± 0.73^B
	20.	4.45 ± 0.005^D	1.083 ± 0.002^B	3213 ± 49^B	28.47 ± 0.48^C	38.76 ± 0.23^A
B	1.	4.57 ± 0.020^B	1.044 ± 0.027^B	2902 ± 45^C	32.39 ± 0.36^B	37.11 ± 0.67^B
	10.	4.47 ± 0.015^D	1.091 ± 0.017^A	3162 ± 20^C	27.95 ± 0.20^D	37.65 ± 0.73^B
	20.	4.37 ± 0.020^E	1.183 ± 0.023^A	3478 ± 178^B	23.92 ± 0.10^E	39.78 ± 0.63^A
C	1.	4.53 ± 0.005^C	1.105 ± 0.002^A	3024 ± 18^C	30.15 ± 0.11^C	38.15 ± 0.45^B
	10.	4.40 ± 0.015^E	1.118 ± 0.001^A	3353 ± 75^B	26.38 ± 0.17^D	39.31 ± 0.51^A
	20.	4.32 ± 0.015^F	1.182 ± 0.004^A	3778 ± 14^A	23.05 ± 0.32^E	40.76 ± 0.13^A
D	1.	4.58 ± 0.005^B	1.058 ± 0.002^B	3068 ± 15^C	28.88 ± 0.73^C	36.97 ± 0.47^B
	10.	4.45 ± 0.005^D	1.107 ± 0.002^A	3443 ± 72^B	26.69 ± 0.26^D	38.28 ± 0.59^B
	20.	4.37 ± 0.015^E	1.143 ± 0.022^A	3830 ± 64^A	23.58 ± 0.54^E	40.04 ± 0.60^A

* A: %0 (kontrol), B: %0.25, C: %0.50, D: %1 elma lifi içeren yoğurtlar

** Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0.01$)



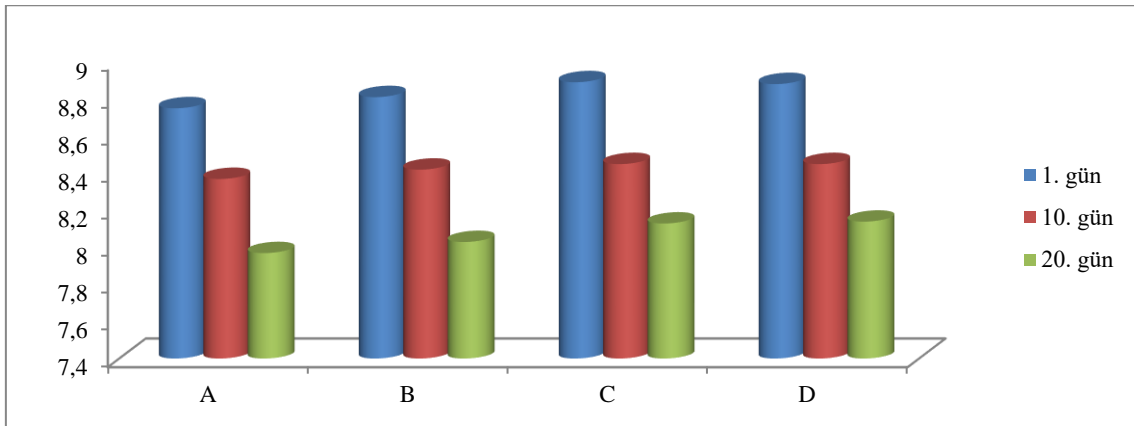
* A: %0 (kontrol), B: %0.25, C: %0.50, D: %1 elma lifi içeren yoğurtlar

Şekil 2. Yoğurtların *S. thermophilus* sayısı (log kob g⁻¹)

Fig. 2. Viable *S. thermophilus* counts of yogurts (log cfu g⁻¹)

Yoğurtların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları 7.97±0.028 ile 8.89±0.008 log kob/g arasında değişmiştir. Elma lifi oranı ile yoğurtların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir (p<0.01). En yüksek *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısına %1 elma lifi ilave edilen D örneği sahip olmuştur (Şekil 3). Aportela-Palacios ve ark (2005) diyet lifi ilavesinin yoğurt bakterilerinin gelişimini teşvik ettiğini belirtmiştir. Sendra ve ark

(2008) da portakal ve limon lifi ilave edilen probiyotik yoğurtların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının kontrol yoğurtlarından daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Yoğurtların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarında depolama süresi boyunca sürekli bir azalma söz konusu olmuştur. Uygulanan istatistiksel analizler sonucunda da depolama süresinin *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur (p<0.01).

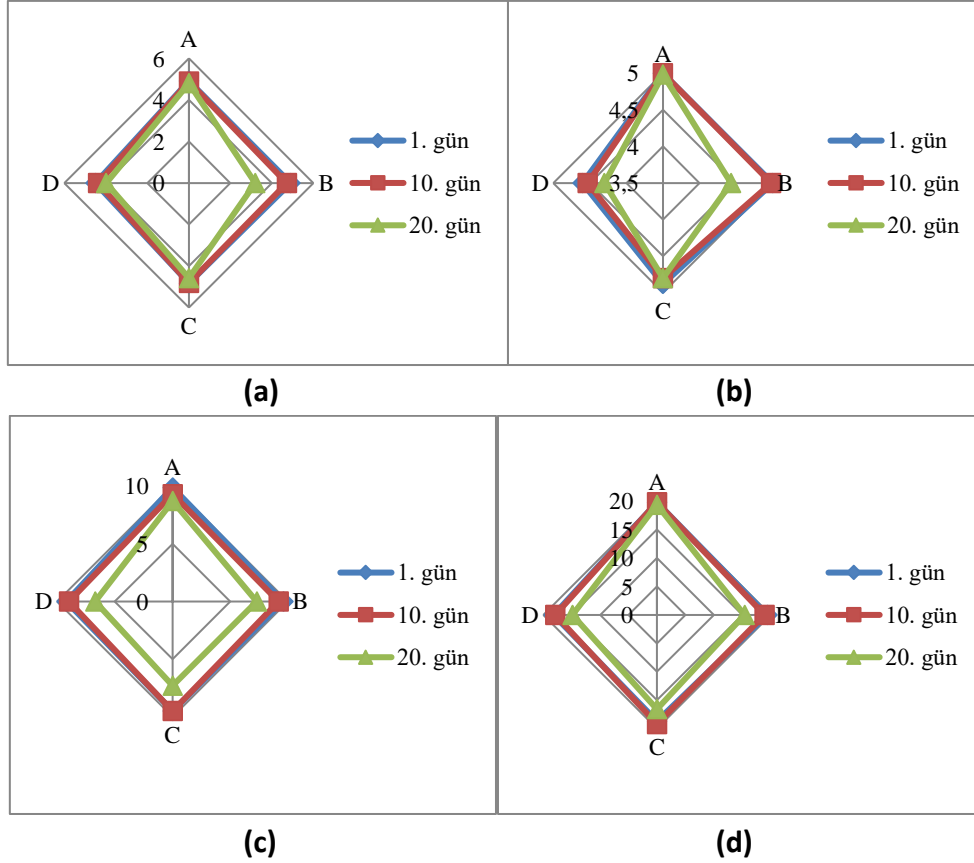


* A: %0 (kontrol), B: %0.25, C: %0.50, D: %1 elma lifi içeren yoğurtlar

Şekil 3. Yoğurtların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı (log kob g⁻¹)

Fig. 3. Viable *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* counts of yogurts (log cfu g⁻¹)

Elma lifi ilavesi ve depolama süresinin istatistiksel olarak önemli (p<0.01) yoğurtların duyuşal özellikleri üzerine etkisi bulunmuştur.



* A: %0 (kontrol), B: %0.25, C: %0.50, D: %1 elma lifi içeren yoğurtlar

Şekil 4. Yoğurtların duyu özellikleri ((a) görünüm (b) yapı-tekstür (c) tat-aroma (d) toplam puanlar)

Fig. 4. Sensorial properties of yogurts ((a) appearance (b) body-texture (c) taste-aroma (d) total scores)

Yoğurtların görünüm puanlarının 3.2 ± 0.35 ile 4.91 ± 0.01 arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 4a). Şekilden de izlendiği gibi en yüksek görünüm puanlarını A yoğurdu almıştır. Lif oranı arttıkça örneklerin görünüm puanlarında bir düşme olduğu belirlenmiştir. Bu durum elma lifinin yoğurda farklı bir renk oluşturmasına bağlanabilir. Garcia-Perez ve ark. (2006), portakal lifi ilavesinin yoğurdun rengini etkilediğini, L değerini düşürdüğünü, a ve b değerini ise arttırdığını belirlemişlerdir. Şahan ve ark. (2008) β -glukan, Güven ve ark. (2005) da inülin ilave edilen yoğurtların görünüm puanlarının kontrol yoğurtlarından düşük olduğunu bildirmiştir. Yoğurtların

görünüm puanları depolama süresince düşüş göstermiştir.

Yapı-Tekstür açısından en yüksek puanı A yoğurdu (5 ± 0), en düşük puanı ise D (4.25 ± 0.05) yoğurdu almıştır (Şekil 4b). Elma lifi oranı arttıkça yoğurtların yapı ve tekstür puanlarının düştüğü belirlenmiştir. Panelistler bu örneklerde ağıza alındığında fazla miktarda kumlu bir yapı algıladıklarını belirtmişlerdir. Sendra ve ark. (2008) da limon ve turunçgil liflerinin yoğurdun kremamsı yapısını olumsuz etkilediğini bildirmiştir. Şahan ve ark. (2008) β -glukan, Güven ve ark. (2005) da inülin ilave edilen yoğurtların tekstür puanlarının kontrol yoğurtlarından düşük olduğunu belirlemiştir.

Depolama süresince yoğurtların yapı ve tekstür puanları düşmüştür.

Tat özelliği, yoğurdun kalitesine etkileyen en önemli özelliklerinden biridir. Kaliteli yoğurt kendine has ekşimsi tatta olmalıdır. Aşırı derecede ekşimsi, küfümsü, sabunumsu, yanık tatta olmamalı ve yabancı tat içermemelidir (Metin, 1977). Yoğurtların tat-aroma puanları 9.9 ± 0.025 ile 6.7 ± 0.05 arasında değişmiştir. Elma lifi oranı arttıkça yoğurtların tat ve aroma puanlarının düştüğünü saptanmıştır ($p < 0.01$). Bu durum elma lifi ilave edilen yoğurtlarda asitliğin daha yüksek olmasına bağlanabilir. Ayrıca katılan elma liflerinin çözünürlüğünün düşük olmasının ya da iyi çözünmemesinin de örneklerin tat ve aromasını olumsuz yönde etkilediği düşünülmektedir. Saldamlı ve Babacan (1996) lif oranı arttıkça yoğurtların tat puanının düştüğünü, ancak lifli yoğurtlara bal ilave edildiğinde tat puanlarının kontrol yoğurtlarına göre yükseldiğini belirlemiştir. Aportela-Palacios ve ark. (2005) diyet lif ve meyve ilave edilen yoğurtların tat-aroma puanlarının kontrol örneklerinden yüksek olduğunu, meyve ilave edilmeyen diyet lifli yoğurtların tat-aroma puanlarının kontrol örneklerinden düşük olduğunu bildirmiştir. Sendra ve ark. (2008) ise portakal lifi ilave edilen yoğurtların aroma puanlarının kontrol yoğurtlarından daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Depolama süresince yoğurtların tat ve aroma puanlarında asitlik artışına bağlı olarak düşüş görülmüştür. Şahan ve ark. (2008) β -glukan, Güven ve ark. (2005) inülin ilave edilen yoğurtların aroma puanlarının kontrol yoğurtlarından düşük olduğunu ve depolama süresince düştüğünü bildirmiştir.

Toplam puanına göre en yüksek değeri depolamanın 10. gününde 19.8 ± 0.0 puan ile A yoğurdu, en düşük değeri ise depolamanın 20. gününde 14.88 ± 0.075 puan ile D yoğurdu almıştır. Lif oranı ile yoğurtların toplam

duyusal puanları arasında negatif bir korelasyon olduğu saptanmıştır. Sendra ve ark. (2008) da lifli yoğurtların genel kabul edilebilirlik puanlarının kontrol yoğurtlarından daha düşük olduğunu bildirmiştir. Şahan ve ark. (2008) β -glukan, Güven ve ark. (2005) inülin ilave edilen yoğurtların genel kabul edilebilirlik puanlarının kontrol yoğurtlarından düşük olduğunu ve depolama süresince düştüğünü bildirmiştir. Depolama süresine bağlı olarak yoğurtların toplam duyusal puanlarının düştüğü tespit edilmiştir.

Sonuçlar

Bu verilerin ışığı altında fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikler açısından yoğurt üretiminde elma lifinin başarı ile kullanılabilmesi kanısına varılmıştır. Lif oranı ve depolama süresinin yoğurtların incelenen tüm özelliklerini (fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikler) önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Her ne kadar kontrol örneği duyusal nitelikler açısından daha yüksek puanlar olsa da, elma lifi ilavesi yoğurtların özellikle serum ayrılması, su tutma kapasitesi ve viskozite gibi fiziksel özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir. Lifli yoğurtlar içerisinde duyusal açıdan en çok %0.25 oranında elma lifi ilave edilen yoğurt (B örneği) beğenilmiştir. Sonuç olarak; yoğurda elma lifi ilave ederek fonksiyonel bir özellik kazandırılabilmesi kanısına varılmış olup, fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikler göz önüne alındığında yoğurt üretiminde %0.25 ve/veya %0.50 oranlarında elma lifinin rahatlıkla kullanılabilmesi kanısına varılmıştır.

Kaynaklar

Akın, N., 1998. Water Holding Capacity Index of Concentrated Yogurt Made from Cow and

- Ewe Milk. Congress and Exhibition of Food Engineering, 16-18 September 1998, Gaziantep.
- Akın, N., 2006. Modern Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Damla Ofset. Konya, 456 s.
- Akın, M.B., Akın, M.S., Korkmaz, A., 2009 Influence of different exopolysaccharide-producing strains on the physicochemical, sensory and syneresis characteristics of reduced-fat stirred yogurt, *International Journal of Dairy Technology*, 62 (3):422-430.
- Anonim, 1991. Dairy Processing Handbook, Tetra Pak Processing Systems AB S-221 86 Lund, Sweden, 436 pp.
- Anonim, 1999. Yoğurt Standardı. Türk Standartları No: TS 1330, Ankara, Turkey: Türk Standartları Enstitüsü.
- Anonim, 2002. Çiğ Süt Standardı. Türk Standartları No: TS 1018, Ankara, Turkey: Türk Standartları Enstitüsü.
- Aportela-Palacios, A., Sosa-Morales, M.E., Vélez-Ruiz J.F., 2005. Rheological and physicochemical behavior of fortified yogurt with fiber and calcium. *Journal of Texture Studies*, 36: 333-349.
- Barnes, D.L., Harper, S.J., Bodyfelt, F.W., McDaniel, M.R., 1991. Correlation of descriptive and consumer panel flavor ratings for commercial prestirred strawberry and lemon yogurts. *Journal of Dairy Science*, 74:2089-2099.
- Bemiller, J.N., Whistler, R.L., 1996. Carbohydrates. Alınmıştır: Food Chemistry, (Ed) Fennema, O. R. 3rd Ed. New York, Marcel Decker, Inc.. 157-168 pp.
- Bodyfelt, F.W., Tobias, J., Trout, G.M., 1988. The Sensory Evaluation Of Dairy Products. Van Nostrand Reinhold, New York, 227-299.
- Burdurlu, H.S., Karadeniz, F., 2003. Gıdalarda diyet lifinin önemi. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7 (15): 18-25.
- Garcia-Perez, F.J, Sendra, E., Lario, Y., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Perez-Alvarez, J.A., 2006. Rheology of orange fiber enriched yogurt. *Milchwissenschaft*, 61 (1): 55-59.
- Gül, H., 2007. Mısır ve Buğday Kepeğinin Hamur ve Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi. Adana, 232s.
- Güven, M., Yaşar, K., Karaca, O. B., Hayaloğlu, A.A., 2005. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 58 (3): 180-184.
- Güzeler, N., Akın, M.B., Karaca, O.B., Yaşar, K., 2010. Farklı Oranda Kayısı Lifi Kullanımının Probiyotik Yağsız Yoğurdun Özellikleri Üzerine Etkisi, Tübitak Proje Sonuç Raporu. Adana, 101s.
- Halpern, G.M., Trapp, C.L., 1993. Nutrition and immunity: Where are we standing, *Allergologia et Immunopathologia*, 21(3): 122.
- Hashim, I., Kahlil, A., Afifi, H., 2009. Quality characteristic and consumer acceptance of yogurt fortified date fiber. *Journal of Dairy Science*, 92: 5403-5407.
- IDF., 1993. Milk Determination Of Nitrogen Content. IDF: 20b, International Dairy Federation: 41, Brussels, 12 pp.
- Jalili, T., Wildman, R.E.C., Medeiros, D.M., 2001. Dietary Fiber and Coronary Heart Disease in Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods. (Ed) Wildman, R. E. C., Crc Press, Boca Raton FL, 281-293 pp.
- Kessler, H.G., Kammerlahner, J., 1982. Factors Affecting The Stability of Natural Set Yogurt. In: XXI International Dairy Congress, Vol 1, Book I., Moscow, U.S.S., 283 p.
- Metin, M., 1977. Süt ve Mamullerinde Kalite Kontrolü, Ankara Ticaret Borsası Yayınları, No:1, Ankara, 352s.
- O'Shea, N., Arendt, E.K., Gallagher, E., 2012. Dietary fibre and phytochemicals 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.
- Özer, B., 2006. Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Sidas Medya Ltd., İzmir, 488s.
- Özer, B., R.K., Robinson A.S., Grandison, A.E., Bell. 1997. Comparison of techniques for measuring the rheological properties of labneh (concentrated yogurt). *International Journal of Dairy Technology*, 50: 129-133.
- Özkaya, B., Özkaya, H., 1993. Farklı ısı işlem uygulanarak stabilize edilmiş yulaf ununun ekmeklik unlarının kalitesine etkileri. *Standard, Ekonomik ve Teknik Dergi*, 32, (380): 20-26.
- Ralapati, S., LaCourse, W.R., 2002. Carbohydrates and Other Electrochemically Active Compounds. Alınmıştır: Methods of Analysis for

- Functional Foods and Nutraceuticals. (Ed) Hurst, W. J. CRC press, USA., 400 pp.
- Remeuf, F., Mohammed, S., Sodini, I., Tissier, J.P., 2003. Preliminary observations on the effects of milk fortification and heating on microstructure and physical properties of stirred yogurt. *International Dairy Journal*, 13:773-782.
- Rybka, S., Kailasaphaty, K., 1996. Media for enumeration on yogurt bacteria. *International Dairy Journal* 6, 839-850.
- Saldamlı, İ., Babacan, S., 1996. Yoğurda besinsel lif katımı. *Gıda*, 21 (3): 185-191.
- Sanz, T., Salvador, A., Jimenez, A., Fiszman, S. M., 2008. Yogurt enrichment with functional asparagus fibre, effect of fibre extraction method on rheological properties, colour and sensory acceptance, *Eur. Food Research Technology*, 227, 1515–1521.
- Sendra, E., Fayos, P., Lario, Y., Fernandez-Lopez, J., Savas-Barbara, E., Perez-Alvarez, J. 2008. Incorporation of citrus fibers in fermented milk containing probiotic bacteria. *Food Microbiology*, 25:13-21.
- Şahan, N., Yaşar K., Hayaloğlu, A., 2008. Physical, chemical and flavor quality of non-fat yogurt as affected by a β -glucan hydrocolloidal composite during storage. *Food Hydrocolloids*, 22 :1291-1297.
- Tamime, A.Y., Robinson R.K., 1999. *Yogurt Science and Technology*. Woodhead Publishing Ltd. Second Edition, Cambridge, 619 pp.
- Thebaudin, J.Y., Lefebvre, A.C., Harrington, M., Bourgeois, C.M., 1997. Dietary fibres: nutritional and technological interest. *Trends in Food Science and Technology*, 8 (2): 41-48.
- Xu, X.-L., Han, M.-Y., Fei, Y., & Zhou, G.-H., 2011. Raman spectroscopic study of heat-induced gelation of pork myofibrillar proteins and its relationship with textural characteristic. *Meat Science*, 87(3), 159-164.
- Yedikardaş, E., 2010. Yağ Oranlarının Kayısı Lifi Katkılı Probiyotik Kültür ile Üretilen Yoğurtların Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana, 60s.
- Zhuang, X, Jiang, X, Han, M, Kang, Z, Zhao, L, Xu, X, Zhou, G, 2016. Influence of sugarcane dietary fiber on water states and microstructure of myofibrillar protein gels. *Food Hydrocolloids* 57, 253-261.