

## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2023, 60 (2):303-316  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1254860>

Elif Yılmaz PEKÇALIŞKAN<sup>1</sup> 

Can İNAL<sup>2</sup> 

Oktay YERLİKAYA<sup>2\*</sup> 

Harun KESENKAŞ<sup>2</sup> 

Harun Raşit UYSAL<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Naturarge Gıda Ürünleri Kozmetik San. ve Tic. Ltd. Şti., 35433, Urla, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

\*Sorumlu yazar (Corresponding author):

[oktay.yerlikaya@ege.edu.tr](mailto:oktay.yerlikaya@ege.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** *Bifidobacterium* spp., fonksiyonel gıda, inülin, sinbiyotik yoğurt

**Keywords:** *Bifidobacterium* spp., functional food, inulin, synbiotic yoghurt

# İnülin ve *Bifidobacterium* spp. kullanılarak üretilen sinbiyotik yoğurtların bazı özellikleri\*

Some properties of synbiotic yoghurts produced by using Inulin and *Bifidobacterium* spp.

\* Bu makale TÜBİTAK tarafından 2180831 Numaralı proje olarak desteklenmiştir.

Received (Alınış): 22.02.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 03.05.2023

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmada farklı oranlarda inülin ilave edilerek üretilen ve *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium breve* içeren sinbiyotik yoğurtların bazı kalite kriterleri canlı bakteri sayısı incelenmiştir.

**Materyal ve Yöntem:** Probiyotik yoğurtlara %0.5, %0.75, %1 ve %2 oranında inülin ilave edilmiş, kontrol örneği de dahil olmak üzere 5 farklı sinbiyotik yoğurt örneği üretilmiştir. Depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizler yapılmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Örneklerdeki *Bifidobacterium* spp. sayıları 6.98 ile 7.27 log kob/g arasında değişim göstermiştir. İnülin kullanımı *Bifidobacterium* spp. gelişimini teşvik etmiş ve raf ömrü boyunca canlı bakteri sayısındaki düşüşü engellemiştir. Duyusal analizler sonucu %0.5 inülin içeren sinbiyotik yoğurt örneği diğerlerine göre daha çok beğenilmiştir.

**Sonuç:** Farklı oranlarda inülin kullanımının *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Bifidobacterium* spp. canlılığı ile fizikokimyasal ve duyu özellikler üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to investigate some quality criteria and the viable bacteria count of the synbiotic yoghurts which was produced by adding inulin in different amounts and probiotic cultures such as *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium breve*.

**Material and Methods:** To investigate some quality criteria of synbiotic yoghurts and the number of viable bacteria, five different synbiotic yoghurt samples were produced with the addition of 0.5%, 0.75%, 1% and 2% inulin, including the control sample. Some physical, chemical, microbiological and sensory analyses were performed on the 1<sup>st</sup>, 7<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> days of storage.

**Results:** The number of *Bifidobacterium* spp. varied between 6.98 and 7.27 log cfu/g. The use of the inulin was supported the growth of bacteria and prevented the decrease in viable bacteria count throughout storage. The synbiotic yoghurt sample containing 0.5% inulin was found to be more appropriate as compared to the others as a result of sensory analysis.

**Conclusion:** The use of inulin at different amounts was found statistically significant on the viability of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Bifidobacterium* spp. and on the physicochemical and sensory properties of synbiotic yoghurt ( $p<0.05$ ).

## GİRİŞ

Fonksiyonel gıdalar, biyolojik olarak aktif bileşikler içeren, etkili, toksik olmayan miktarlarda optimal sağlığı teşvik eden ve kronik/viral hastalık riskini azaltmak ve yönetmek için klinik olarak kanıtlanmış ve belgelenmiş bir sağlık yararı sağlayan doğal veya işlenmiş gıdalar olarak tanımlanmaktadır (Martirosyan et al., 2021). Son yıllarda popüler araştırma konusu haline gelen fonksiyonel gıdaların vücudun bağışıklık sistemini güçlendirmeye yardımcı olduğu bilinmektedir. Buna bağlı olarak da kanser, tümör, diyabet, yüksek tansiyon gibi sağlıkla ilişkili birçok soruna karşı olumlu etkileri de bilimsel araştırmalar sonucunda kanıtlanmıştır (Banerjee et al., 2019).

Fonksiyonel gıda grubunun önemli bir kısmını oluşturan gıdalarda kullanılan probiyotikler, bağırsak mikrobiyotasını iyileştirdiği bilinen ve yeterli miktarda alındığında konakçı sağlığına yararı olan canlı mikroorganizmalardır (Martirosyan et al., 2019). Bağışıklık sistemi çökmüş veya hasar görmüş, sindirim problemleri yaşayan, obezite ve çeşitli sağlık problemi yaşayan bireyler için probiyotik gıdaların kullanımı aile hekimleri ve pediatristler tarafından önerilmektedir (Altındiş vd., 2018). Hazır olarak satılan probiyotik ürünlerin aktif yararlı bakteri (kültür) içeriği ambalaj üzerinde "koloni oluşturan birim (kob veya cfu)" olarak rapor edilir. Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından tavsiye edilen probiyotik miktarın günlük minimum limiti  $10^6$  kob/ml'dir (Tripathi & Giri, 2014). Fakat raf ömrü boyunca olumsuz depolama koşulları göz önünde bulundurulduğunda bu miktarın terapötik minimum seviyenin üstünde tutulması gerekmektedir (Krasaekoopt et al., 2008). Aynı zamanda sindirim faydalarının ve probiyotik yararın artması için birden fazla probiyotik bakteri türü içeren ve daha aktif probiyotik kültürlerle sahip yoğurtların tüketilmesi önerilmektedir (Mateljan, 2018). Süt, içerisinde bulunan zengin besin içeriği sebebi ile probiyotik mikroorganizmaların gelişimi için en ideal ortamı oluşturmaktadır. Dolayısıyla probiyotik mikroorganizmaların yoğurt gibi fermente süt ürünlerinde kullanımı tercih edilmektedir (Ranadheera et al., 2010).

Probiyotik süt ürünlerinde raf ömrü boyunca aktif probiyotik kültür sayısını yeterli seviyede tutmak en zorlu şartlardan biridir. Çünkü genel olarak probiyotikler ve özellikle bazı bakteri çeşitleri oksijen, ışık veya sıcaklık gibi çevresel koşullar karşısında düşük bir dirence sahiptir (Martin et al., 2015). Prebiyotikler ise bağırsaklarımızda bulunan sınırlı sayıdaki mikroorganizmaların çoğalmasını veya aktivitesini artırırlar. Prebiyotik ve probiyotik aynı üründe sinbiyotik olarak bulunması her ikisinin de olumlu fonksiyonel etkilerinden faydalanılmasını sağlar (Holzapfel & Schillinger, 2002). Yapılan bir araştırmada prebiyotik ve probiyotikleri birlikte bulduran ürünlerin vücuda alınması halinde probiyotiklerin daha uzun süre canlı kalacağı, aditif ve hatta sinerjistik etki ortaya çıkabileceği açıklanmıştır (Coşkun, 2006).

Laktobasiller ve bifidobakteriler fermente süt ürünlerinde ve diğer ürünlerde probiyotik olarak en çok kullanılan bakteri türü olmakla birlikte, *Bifidobacterium* türleri insan gastrointestinal sistemi ile ilişkilendirilen en önemli probiyotik bakterilerdendir (Lee, 1995; Bhaskar et al., 2017).Yapılan bir araştırmada, bağırsak geçiş süresi yavaş olan bireylerde *Bifidobacterium* içeren ürünlerin düzenli kullanımının 2 haftada bu süreyi kısalttığı ve bağırsak geçişini düzenlediği belirtilerek diyetimizin bir tamamlayıcısı olarak probiyotik içeren yoğurtların tüketilmesi önerilmektedir (Özden, 2006).

Probiyotik bakterilerin en iyi taşınma aracı, süt ürünleri özellikle de yoğurt ve yoğurt benzeri ürünlerdir. Yoğurt bakterileri tarafından üretilen serbest amino asitler zayıf proteolitik aktiviteye sahip bifidobakteriler gibi probiyotik bakterilerin gelişimini teşvik etmektedir. Bunun yanında *S. thermophilus* tarafından oksijen kullanılmakta ve böylece bifidobakteri türlerinin gelişimi ve canlılığın koruması için anaerobik şartlar sağlanmaktadır (Ishibashi & Shimamura, 1993; Dave & Shah, 1997). Fakat tüm bunların yanında bazı çalışmalarda yoğurt bakterileri tarafından üretilen organik asitler ve hidrojen peroksit gibi bazı metabolitlerin bifidobakteri sayısında düşüşe neden olabileceği görüşü savunulmuştur (Shah, 2000; Lourens-Hatting & Viljoen, 2001).

Probiyotik yoğurt üretiminde *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* içeren kültür kullanımı, üründe bulunan *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. canlı hücre sayısının azalmasına neden olabilmektedir (Rybka, 1994). Bu durum *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un yoğurtta fermentasyon boyunca pH değerini düşürmesinden ve depolama sırasında meydana gelen post-asidifikasyondan kaynaklanabilmektedir. Bu nedenle probiyotik

yoğurt üretiminde starter kültür olarak *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* içermeyen ABT kültürlerin (*L. acidophilus*, *B. lactis* ve *S. thermophilus*) kullanılabileceği bildirilmiştir (Kim et al., 1993).

Yapılan bu çalışmada, farklı oranlarda inülin ilavesinin sinbiyotik yoğurtların bazı önemli kalite kriterlerine ve probiyotik yoğurt üretiminde önemli bir parametre olan bakteri canlılığının korunması üzerine olan etkisi araştırılmıştır.

## **MATERYAL ve YÖNTEM**

### **Materyal**

Çalışmamızda kullanılan standardize edilmiş pastörize inek sütü SGS Süt ve Gıda San. A.Ş. (Menemen, İzmir) üretim tesislerinden temin edilmiştir. İnülin, Smart Kimya Tic. ve Dan. Ltd. Şti.'den temin edilmiştir. Kullanılan inülinin kurumaddesi %95, ortalama polimerizasyon derecesi ise 10'dur. Sinbiyotik yoğurtların üretiminde CSL Centro Sperimentale Del Latte firmasına ait yoğurt kültürü (CSL B500) ve *Bifidobacterium* spp. (*Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium breve*) içeren probiyotik kültür (CSL BIFI) kullanılmıştır. Ambalaj malzemesi olarak ise 100 g kapasitedeki HDPE (yüksek yoğunluklu polietilen) ambalajlar kullanılmıştır.

### **Yöntem**

#### **Sinbiyotik yoğurt üretimi**

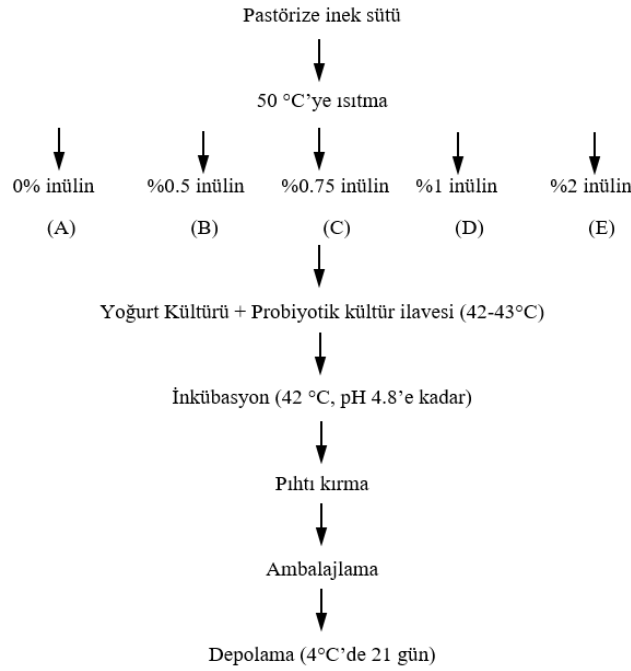
Yoğurt kültürü ve probiyotik kültür üretici firmanın önerisi doğrultusunda (son üründe kaç log 8 Log kob/ml olacak şekilde) ilave edilmiştir steril bir kaba tartılmış, üzerine laktozsuz pastörize süt ilave edilerek 42°C'de yaklaşık 30 dk boyunca ön aktivasyon uygulanmıştır. Sinbiyotik yoğurt üretimi 5 litrelik yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) yoğurt ambalajlarında gerçekleştirilmiştir. Pastörizasyon sonrası sıcaklığı 45°C'ye ayarlanan süt 5 eşit parçaya bölünerek %0.5, %0.75, %1 ve %2 oranlarında inülin ilave edilmiş ve kontrol grubu ile birlikte toplamda 5 farklı sinbiyotik yoğurt sütü elde edilmiştir (Şekil 1). Kültürler 43-44°C'de aşılınmış ve pH 4.8'de inkübasyon sonlandırılmıştır. İnkübasyon sonrası örnekler ortalama 15 dakika oda sıcaklığında tutulmuş, ardından 4±1°C'de 24 saat bekletilmiştir. Ertesi gün pıhtısı kırılarak 200 g'lık polietilen tereftalat (PET) kapaklı plastik kaplara dolum yapılmış ve örnekler 4±1°C'de 21 gün boyunca depolanmıştır. Sinbiyotik yoğurt örneklerinde mikrobiyolojik, kimyasal, reolojik ve duyu analizler depolanmanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde yapılmıştır.

#### **Süt analizleri**

Yoğurt üretiminde kullanılan sütün toplam kurumadde miktarı gravimetrik yöntem ile belirlenmiştir (AOAC, 1997). Yağ oranı Gerber yöntemine göre belirlenmiştir, asitlik tayininde süt örneği 0,5 ml fenolftalein (Merck, Almanya) indikatörü varlığında 0.1 N NaOH (Merck, Almanya) ile hafif pembe renk elde edilinceye kadar titre edilerek tayin edilmiş, sonuçlar % asitlik (%LA) olarak verilmiştir (AOAC, 2000). Yoğurt sütünün pH değeri WTW cam elektrotlu dijital Series pH 720 pH metre ile saptanmıştır. Toplam azot miktarı Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiş, bu değer 6.38 faktörü ile çarpılarak sonucu protein değeri hesaplanmıştır (AOAC, 1997). Kül miktarı ise gravimetrik yöntem kullanılarak tespit edilmiştir (AOAC, 1990). Kül miktarı gravimetrik yöntem kullanılarak hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

#### **Kimyasal analizler**

Sinbiyotik yoğurt örneklerinin toplam kurumadde miktarı gravimetrik yöntem ile belirlenmiştir (AOAC, 1997). Yağ oranları Gerber yöntemi kullanılarak (AOAC, 2000), titrasyon asitliği ise analizi yapılacak örneğin fenolftalein indikatörü varlığında 0.1 N NaOH çözeltisi ile titre edilerek laktik asit cinsinden % asitlik değerleri (%LA) hesaplanarak tayin edilmiştir (AOAC, 1995). Örneklerde pH değeri inolab WTW cam elektrotlu dijital Series pH 720 pH metre ile saptanmıştır. Toplam azot miktarı Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiş, bu değer 6.38 katsayısı ile çarpılması sonucu örneklerin protein içeriği hesaplanmıştır (AOAC, 1997).



Şekil 1. Sinbiyotik yoğurt üretim akış şeması.

Figure 1. The flow chart of the synbiotic yoghurt production.

### Mikrobiyolojik analizler

Sinbiyotik yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik analizinde seyreltme sıvısı olarak Ringer çözeltisi (Merck) kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan *Streptococcus thermophilus* için M17-laktoz Agar (Merck KGaA, Darmstadt, Germany), *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* için MRS Agar (Merck KGaA, Darmstadt, Germany), *Bifidobacterium* spp. için TOS Propionate Agar (Sigma-aldrich Chemie GmbH, USA), besiyerlerine yayma plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. *Streptococcus thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Bifidobacterium* spp. için sırasıyla 37 °C'de 48 saat aerobik, 42 °C'de 72 saat anaerobik ve 37 °C'de 72 saat anaerobik inkübasyon uygulanmıştır (Lapierre et al., 1992; Dave & Shah, 1996). Sayım sonuçları ilgili dilüsyon faktörü dikkate alınarak log kob/g şeklinde hesaplanmıştır.

### Sertlik, viskozite ve su tutma kapasitesi

Sinbiyotik yoğurt örneklerinin sertlik analizleri Brookfield Teksture Analyser (TA - CT3, Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Middlebore, MA, USA) ile yapılmıştır (Akalin vd., 2012; Kesenkaş vd., 2013). Analiz, 4500 g'lık bir yük hücresi ile tek kompresyon döngüsü testi kullanılarak, ön test, test hızı 1 ve dönüş hızı mm/s' de sabitlenerek, penetrasyon derinliği 57 mm, 35 mm çapında bir alüminyum silindirik TA4/1000 test probu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Test, numuneler 4°C'de buzdolabından çıkarıldıktan hemen sonra gerçekleştirilmiştir. Viskozite değerleri, Brookfield Model DV-II Pro model (Brookfield Engineering Lab Inc., Stoughton, Mass., USA.) viskozimetre ile gerçekleştirilmiştir (Özer vd., 1997). Yoğurtların viskozitesi, örneklerin 4°C'de buzdolabından çıkarılmasının ardında ortalama 30 saniye karıştırılması sonrasında 12 rpm'de 40-100 tork değerinde 63 numaralı uç (spindle) ile gerçekleştirilmiş, sonuçlar Pa.s olarak verilmiştir. Su tutma kapasitesi (WHC) Bhullar et al. (2002)'e göre yapılmıştır. Bu amaçla yaklaşık 20 g yoğurt örneği bir santrifüj tüpüne tartılarak 4°C'de 4500xg devir hızında 10 dk santrifüjlenmiş, ayrılan serum başka bir kaba alınarak tartılmış ve yoğurdun su tutma kapasitesi hesaplanmıştır. Sonuçlar % olarak verilmiştir. Su tutması kapasitesi değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır. Analizler, her örnek için iki tekerrür halinde gerçekleştirilmiştir.

$$\% \text{ Su Tutma Kapasitesi} = 100 - \left( \frac{\text{ayrılan serum miktarı}}{\text{örnek miktarı}} \right) \times 100$$

## Duyusal analizler

Sinbiyotik yoğurt örneklerinin duysal değerlendirilmesinde puanlama testi kullanılmıştır. Puanlama testi Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi öğretim elemanlarından oluşan 8 kişilik yarı eğitimli panelist grubu ile yürütülmüştür. Örnekler panelistlere farklı harflerle kodlanmış olarak 4°C'de sunulmuştur. Yoğurt örneklerinin duysal özellikleri depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde değerlendirmeye alınmıştır. Duysal özellikler; renk (1-5), kıvam (kaşıkla), aroma (1-5), tat (1-5), koku (1-5), dış görünüş (1-5) ve tüm izlenim (1-5) açısından değerlendirilmiştir (Zhi et al., 2016).

## İstatistiksel değerlendirme

Araştırma 2 tekrarlı, 3 paraleli olarak yürütülmüştür. Çalışmada elde edilen sonuçların ve inülin ilavesinin yoğurt özelliklerine etkisini incelemek amacıyla tek yönlü varyans analizi ile SPSS Versiyon 20.00 (SPSS Inc. Chicago, Illinois) programı kullanılmıştır. Varyans analizi sonucunda önemli olan veriler Duncan çoklu karşılaştırma testine göre  $p<0.05$  düzeyinde gruplandırılmıştır.

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Sinbiyotik yoğurtların üretiminde kullanılan inek sütünün ortalama kurumadde, protein, yağ, kül, titrasyon asitliği (% laktik asit) ve pH değerleri sırasıyla  $12.01\pm 0.03$ ,  $3.85\pm 0.02$ ,  $3.00\pm 0.07$ ,  $0.92\pm 0.02$ ,  $0.151\pm 0.00$  ve  $6.74\pm 0.00$  olarak tespit edilmiştir. Konu ile ilgili yayınlanan 06.02.2009 Tarih ve 14 nolu değişiklik kapsamında yayınlanan Türk Gıda Kodeksi - Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'ne (Anonymous, 2000) göre araştırmamızda kullanılan sütün; protein, yağ ve % laktik asit değerleri ilgili Tebliğ'e uygunluk sağlamaktadır.

Depolamanın birinci günü yapılan yoğurt örneklerinin kuru madde, protein ve yağ analiz sonuçları Çizelge 1' de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi, yoğurtların ortalama kurumadde değerleri en düşük  $13.86$ , en yüksek  $15.38$  olarak belirlenmiştir. İnülin oranı arttıkça kurumadde oranları artmıştır. Kurumadde oranları arasında oluşan farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

**Çizelge 1.** Sinbiyotik yoğurt örneklerinin depolamanın birinci günü kurumadde, protein ve yağ miktarları ( $n=2$ )

**Table 1.** Dry matter, protein and fat contents of synbiotic yoghurt samples on the first day of storage ( $n=2$ )

Örnek no	Kurumadde (%)	Protein (%)	Yağ (%)
A	$13.86\pm 0.12^a$	$4.01\pm 0.04^a$	$3\pm 0.00$
B	$14.24\pm 0.04^b$	$3.91\pm 0.18^a$	$3\pm 0.00$
C	$14.48\pm 0.03^c$	$3.77\pm 0.25^a$	$3\pm 0.00$
D	$14.53\pm 0.00^c$	$4.02\pm 0.05^a$	$3\pm 0.00$
E	$15.38\pm 0.04^d$	$3.79\pm 0.04^a$	$3\pm 0.00$

A: İnülin ilave edilmemiş yoğurt örneği, B: %0.5 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği, C: %0.75 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği, D: %1 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği, E: %2 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği.<sup>a,b,c,d</sup>Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ ).

Literatür incelemelerimizde benzer sonuçlara rastlanmıştır. Aktaş (2017) farklı oranlarda fındık zarı kullanılarak ürettiği probiyotik yoğurtlarda depolama süresince kurumaddenin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığını bildirmiştir. Sinbiyotik yoğurtların yağ değerleri tüm örneklerde  $3.00$  bulunmuştur. İnülin oranının artması yağ oranlarını etkilememiştir. Örneklerin protein değerleri en düşük  $3.77$  en yüksek  $4.01$  olarak belirlenmiştir. Fakat protein oranları arasında oluşan farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmüştür ( $p>0.05$ ). Genel olarak inülin ilavesinin protein değerlerini kontrol (A) yoğurduna kıyasla düşürdüğü gözlenmiştir. En düşük protein değeri %0.75 oranında inülin içeren Cnolu örnekte görülmüştür. Küçükakgöl vd. (2009), yaptıkları çalışmada farklı oranlarda (%1.0 ve 1.5) Litesse®Ultra isimli karbonhidrat kökenli yağ ikame maddesi kullanmış ve yoğurtların protein içeriklerinin kontrol grubuna kıyasla azaldığını belirlemişlerdir. Bu durumun nedeninin

genel olarak inülinin protein içermemesinde kaynaklı olduğu söylenebilir. Ayrıca, 30.11.2022 tarih ve 44 nolu Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliğine (Tebliğ No:2022/44) uygun olduğu saptanmıştır.

Yoğurtların pH değerleri 4.64 ile 4.31, titrasyon asitliği sınırları % laktik asit cinsinden %0.6 ile %1.5 arasında değişkenlik göstermiştir (Çizelge 2). İstatiksel analizler sonrası sinbiyotik yoğurt örneklerinin pH ve laktik asit değerleri üzerine depolama süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Ayrıca depolama boyunca örnekler arasında da istatistiksel olarak önemli farklılıklar görülmüştür ( $p<0.05$ ). Araştırmamızda tüm sinbiyotik yoğurt örneklerinin % laktik asit değeri açısından Tebliğ'e uygun olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 2.** Sinbiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince pH ve % laktik asitlik değerleri ( $n=2$ )

**Table 2.** The pH and % lactic acid values of synbiotic yoghurt samples during storage ( $n=2$ )

Örnek no	pH			
	1. gün	7. gün	14. gün	21. gün
A	4.62±0.00 <sup>aN</sup>	4.48±0.00 <sup>abM</sup>	4.28±0.00 <sup>aK</sup>	4.34±0.00 <sup>bl</sup>
B	4.63±0.01 <sup>aN</sup>	4.49±0.01 <sup>bM</sup>	4.35±0.00 <sup>ck</sup>	4.41±0.00 <sup>dl</sup>
C	4.62±0.01 <sup>aN</sup>	4.48±0.01 <sup>abM</sup>	4.30±0.00 <sup>bK</sup>	4.36±0.00 <sup>cl</sup>
D	4.65±0.01 <sup>bN</sup>	4.49±0.01 <sup>bM</sup>	4.28±0.00 <sup>aK</sup>	4.31±0.00 <sup>al</sup>
E	4.65±0.01 <sup>bN</sup>	4.47±0.01 <sup>aM</sup>	4.35±0.00 <sup>ck</sup>	4.40±0.00 <sup>dl</sup>
% LA				
A	0.91±0.02 <sup>bK</sup>	0.94±0.00 <sup>abL</sup>	0.94±0.00 <sup>dl</sup>	0.93±0.00 <sup>bckL</sup>
B	0.90±0.01 <sup>bK</sup>	0.94±0.00 <sup>abL</sup>	0.89±0.00 <sup>bK</sup>	0.90±0.01 <sup>aK</sup>
C	0.90±0.00 <sup>bK</sup>	0.94±0.00 <sup>bl</sup>	0.92±0.00 <sup>ckL</sup>	0.91±0.01 <sup>abK</sup>
D	0.85±0.01 <sup>aK</sup>	0.93±0.00 <sup>al</sup>	0.94±0.00 <sup>dl</sup>	0.94±0.00 <sup>cl</sup>
E	0.88±0.00 <sup>abK</sup>	0.94±0.00 <sup>abL</sup>	0.88±0.00 <sup>aK</sup>	0.89±0.00 <sup>aK</sup>

A: İnülin ilave edilmemiş yoğurt örneği, B: %0.5 oranda inülin ilave edilmiş yoğurt örneği, C: %0.75 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği, D: %1 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği, E: %2 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği. <sup>a,b,c,d</sup>: Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ ). <sup>K,L,M,N</sup>: Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ ).

Çizelge 2'de de görüldüğü gibi 21. gün sonunda en yüksek laktik asit değeri %1 oranında inülin içeren D örneğinde görülmüştür. En düşük ise %2 ve %0.5 inülin içeren E ve B örneklerinde belirlenmiştir. Depolamanın son gününde en düşük pH değerinin yine %1 oranında inülin takviyesi içeren D örneğinde görülmüş olması asitlikteki bu artışta desteklemektedir.

Aktaş (2017) farklı oranlarda zengin diyet lifi kaynağı olan fındık zarı kullanılarak ürettiği probiyotik yoğurtlarda depolama süresince titrasyon asitliği değerlerinde yükselme ve düşüşler olduğunu belirlemiştir. Özellikle %4 lük fındık zarı ilavesinin pH değerinin arttırdığı ve asitliğin düştüğünü vurgulanmıştır. Bu durumun ise örneklerde artan asitliğin yoğurt bakterilerinin gelişimini olumsuz etkilemesinden ve metabolik aktivitelerini azaltmasından kaynaklanabileceği yorumu yapılmıştır.

Hardi & Slacanac (2000), yaptıkları bir çalışmada fermente süte inülin takviyesi ile pH düşüş hızının arttığını fermantasyon sırasındaki ortalama asitlik artış oranının ise önemli ölçüde etkilemediğini belirtmiştir.

Elma, buğday, bambu veya inülin elde edilen ticari lifler kullanılarak üretilen yoğurtların duyu ve reolojik özelliklerine etkilerini inceleyen Dello et al. (2004) inülin içeren yoğurtlarda 28 günlük depolama süresince pH değerlerinde bir farklılık gözlenmediğini bildirmiştir.

Kıran (2021) tarafından yapılan bir tez çalışmasında %2 oranında badem ve fındık tozu ilave edilen prebiyotik kaynakların farklı kültür çeşitleri içeren ballı propolisli yoğurtlar üzerine etkilerini incelemiş ve %2 badem tozu + *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* ve %2 fındık tozu + *Bifidobacterium animalis*

subsp. *lactis* içeren yoğurt örneklerinin asitlik miktarlarının farklı kültür içeren örneklerle oranla düşük çıktığını saptamıştır. Bunun nedeninin ise canlı bakteri sayısı ile bağlantılı olduğunu *B. Lactis*'in diğer kültürlerle göre daha yavaş gelişiyor olmasından kaynaklandığını belirtmiştir. Ayrıca tüm örneklerde pH değerleri 21 gün boyunca stabil olarak düşmüş, 14. günden sonra ise düşüş hızı yavaşlamıştır.

### Sinbiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik Özellikleri

Sinbiyotik yoğurtların depolama süresince *Streptococcus thermophilus* sayıları 8.82 ile 9.22 log kob/g, *L. bulgaricus* sayısı 5.76 ile 7.05 log kob/g, *Bifidobacterium* spp. (*Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium breve*) sayıları 6.98 ile 7.27 log kob/g arasında değişmekte olup bulgular Çizelge 3'de verilmiştir. İnülin oranlarının ve depolama süresinin yapılan varyans analizi ve Duncan testinde spesifik yoğurt ve probiyotik mikroorganizmaların canlılığına etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

**Çizelge 3.** Sinbiyotik yoğurtların depolama boyunca *S.thermophilus*, *L.bulgaricus* ve *Bifidobacterium* spp.sayıları (log kob/g) (n=2)

**Table 3.** The number (log cfu/g) of *S.thermophilus*, *L.bulgaricus* and *Bifidobacterium* spp. in synbiotic yoghurts during storage (n=2)

Örnek No	Depolama günleri			
	1	7	14	21
<i>S. thermophilus</i>				
A	9.03±0.01 <sup>aK</sup>	9.07±0.00 <sup>aL</sup>	9.12±0.00 <sup>aM</sup>	9.03±0.00 <sup>eK</sup>
B	9.14±0.00 <sup>cL</sup>	9.17±0.00 <sup>cM</sup>	9.22±0.00 <sup>dN</sup>	8.92±0.00 <sup>bK</sup>
C	9.11±0.00 <sup>bL</sup>	9.13±0.00 <sup>bM</sup>	9.14±0.00 <sup>bM</sup>	8.82±0.00 <sup>aK</sup>
D	9.13±0.00 <sup>cL</sup>	9.13±0.00 <sup>bM</sup>	9.14±0.00 <sup>bMN</sup>	8.96±0.01 <sup>cK</sup>
E	9.17±0.00 <sup>dL</sup>	9.13±0.00 <sup>bM</sup>	9.19±0.00 <sup>cM</sup>	8.98±0.01 <sup>dK</sup>
<i>L. bulgaricus</i>				
A	6.27±0.02 <sup>aL</sup>	5.80±0.07 <sup>aK</sup>	5.76±0.02 <sup>aK</sup>	6.81±0.03 <sup>aM</sup>
B	6.60±0.07 <sup>bM</sup>	6.23±0.03 <sup>cL</sup>	6.00±0.04 <sup>bK</sup>	6.96±0.02 <sup>cN</sup>
C	6.77±0.03 <sup>cM</sup>	6.45±0.01 <sup>dL</sup>	6.14±0.00 <sup>dLK</sup>	6.86±0.01 <sup>bLN</sup>
D	6.88±0.02 <sup>dL</sup>	6.28±0.02 <sup>cM</sup>	6.20±0.00 <sup>eK</sup>	6.93±0.00 <sup>cLN</sup>
E	6.84±0.01 <sup>cdM</sup>	6.13±0.02 <sup>bL</sup>	6.05±0.00 <sup>cK</sup>	7.05±0.01 <sup>eN</sup>
<i>Bifidobacterium</i> spp.				
A	7.51±0.02 <sup>bcM</sup>	7.50±0.02 <sup>cM</sup>	7.19±0.10 <sup>bcL</sup>	6.98±0.05 <sup>acK</sup>
B	7.40±0.00 <sup>aM</sup>	7.37±0.01 <sup>aM</sup>	7.27±0.00 <sup>cL</sup>	7.12±0.03 <sup>bK</sup>
C	7.55±0.00 <sup>dM</sup>	7.48±0.00 <sup>cL</sup>	7.12±0.03 <sup>abK</sup>	7.10±0.02 <sup>bK</sup>
D	7.48±0.00 <sup>bN</sup>	7.44±0.01 <sup>bM</sup>	7.06±0.02 <sup>aK</sup>	7.23±0.00 <sup>cL</sup>
E	7.53±0.02 <sup>cdL</sup>	7.50±0.01 <sup>cL</sup>	7.22±0.04 <sup>cK</sup>	7.27±0.02 <sup>cK</sup>

A: İnülin ilave edilmemiş yoğurt örneği, B: %0.5 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği, C: %0.75 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği, D: %1 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği, E: %2 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği.

<sup>a,b,c,d</sup>: Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ ).

<sup>K,L,M,N</sup>: Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ ).

Tüm örneklerin depolama sırasındaki *S. thermophilus*, *L. bulgaricus* ve *Bifidobacterium* spp. sayılarında azalma ve artışlar görülmüştür. Başlangıçta en yüksek *S.thermophilus* sayısı %2 inülin içeren E

nolu örnekte 9.17 log kob/g iken depolama sonunda en düşük 8.82 log kob/g değeri ile Ckodu örnekte olduğu görülmektedir. İnülin içermeyen kontrol (A) örneğinde 21. günde en yüksek sayıda *S. thermophilus* içeren örnek olmuştur. Yine başlangıçta en yüksek *L. bulgaricus* sayısı %1 inülin içeren D nolu örnekte 6.88 iken depolama sonunda en düşük A nolu kontrol grubu yoğurt örneğinde 6.81 olduğu görülmektedir. %2 İnülin içeren E nolu örnekte 21. günde en yüksek sayıda *L. bulgaricus* içeren örnek olmuştur. *Bifidobacterium* spp. sayısı ise başlangıçta %0.75 inülin içeren C örneğinde 7.55 iken depolama sonunda en yüksek E nolu % 2 inülin ilave edilen yoğurt örneğinde 7.27 olduğu görülmektedir. İnülin içermeyen Kontrol örneği (A) ise 21.günde en düşük sayıda *Bifidobacterium* spp. içeren örnek olmuştur. 14. günde %0,5 inülin ilaveli B nolu örneğin ise en yüksek *Bifidobacterium* spp. içerdiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde depolamanın 14. gününde en yüksek *S. thermophilus* sayılarının %0.5 inülin ilaveli B nolu örnekte olduğu tespit edilmiştir.

İnülin ilaveli sinbiyotik yoğurtların *S. thermophilus* sayılarının (log kob/g) depolama süresince değişimlerine bakıldığında *S. thermophilus* canlılığının tüm örneklerde depolamanın 21. gününde *L. bulgaricus*' un aksine anlamlı bir şekilde azalmış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca buna paralel olarak depolama boyunca tüm örneklerin pH değeri 14. gün anlamlı bir şekilde azalış gösterirken depolama sonunda tekrar artış göstermesi *S. thermophilus*'un *L. bulgaricus*' un canlılığını etkilemiş olduğunu düşünmemize sebep olmuştur.

Yapılan bir çalışmada, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. kültürleri içeren probiyotik yoğurtlara %1.0, %2.0 %3.0 oranlarında fruktooligosakkarit, inulin ve dirençli nişasta ilave edilmiş ve 3 hafta boyunca 4°C'de saklanan yoğurtların kontrol örneğine kıyasla fruktooligosakkarit ve inulin ilave edilen örneklerde daha yüksek miktarda bakteri canlılığı gözlenmiş, %1.0 fruktooligosakkarit ilaveli yoğurtların *S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. sayıları sırasıyla; 9.0 log kob/g, 7.8 log kob/g ve 7.7 log kob/g bulunmuştur (Gustaw et al., 2011).

Heydari et al. (2011), *L. acidophilus* ve bifidobakteriler içeren yoğurtlarda, farklı oranlarda prebiyotiklerin eklenmesinin, kontrole kıyasla bu bakterilerin canlılığını önemli ölçüde artırdığını gözlemlenmişlerdir. Fakat, prebiyotik konsantrasyonu arttıkça (%1,5'ten %3,0 'e) iki prebiyotik bakterinin canlılığı üzerinde nötr veya azalan bir etkiye neden olduğunu saptamışlardır.

Mazloumi et al. (2011) yaptıkları bir çalışmada ise farklı oranlarda inülin (%1 ve %2) ilavesinin *Lactobacillus acidophilus* içeren probiyotik yoğurtlar üzerine etkisini incelemişler ve inülinin numunelerin titre edilebilir asitliğini ve pH' ını önemli ölçüde etkilemediğini bildirmişlerdir. *L. acidophilus* ve *L. delbrueckii ssp. bulgaricus*'un ise zamanla azaldığı, ancak süte inülin eklenmesinin, sinbiyotik yoğurdun depolanması sırasında bu bakterilerin canlılığını artırdığını saptamışlardır.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği'ne göre fermente sütler için toplam spesifik mikroorganizma sayısı en az  $10^7$  kob/g belirtilmiştir. Çalışmamızda bu sayının standartlara uyduğu görülmektedir. Yine aynı tebliğe göre yoğurtlar için toplam ilave mikroorganizma sayısının ise en az  $10^6$  kob/g olması gerektiği tebliğ edilmiştir. Çalışmamızda  $10^7$  kob/g seviyelerinde yani teröpatik seviyenin 10 kat fazlası probiyotik mikroorganizma sayısı bulunmaktadır.

### **Sinbiyotik Yoğurtların Sertlik, Viskozite ve Su Tutma Kapasitesi Özellikleri**

Yapılan varyans analizi ve Duncan testinde inülin oranlarının depolama süresince sertlik, viskozite ve su tutmaya önemli derecede bir etkisi görülmüştür ( $p<0.05$ ). Yoğurt örneklerinin değişimleri Çizelge 4' de verilmiştir. Depolama süresinde örneklerin sertlik değerleri 72 ile 139 g, viskozite değerleri 7.30 ile 3.70 Pa.s, su tutma kapasiteleri ise %62.88 ile %71.36 arasında değişmiştir.

Sadece %1 inülin ilavesi içeren D örneğinde 21. gün sonunda sertlik değerinde artış göze çarpmaktadır. Depolamanın birinci günü en yüksek sertlik değeri B nolu örnekte 89.50 iken depolama sonunda en yüksek değer D örneğinde 139.50 olduğu görülmektedir.



Depolamanın son gününde en yüksek viskozite değeri kontrol örneğinde 5.15, en düşük viskozite değeri en fazla ilave inülin içeren (%2) E örneğinde 3.70 olarak tespit edilmiştir. A (kontrol) örneği depolamanın birinci ve 21. günü en yüksek değeri alırken 7.ve 14. günde en düşük değeri aldığı gözlemlenmiştir.

Genel olarak inülin ilavelerinin su tutma kapasitesini anlamlı olarak arttığı gözlemlenmiştir. En önemli artış ise %2 inülin içeren E örneğinde olmuştur.

Yoğurtlarda viskoziteyi etkileyen en önemli faktörler kurumadde, kazein miktarı, serum proteinlerinin denaturasyon derecesi, uygulanan ısıl işlem, homojenizasyon, serum ayrılması, pH ve kültür bakterilerinin metabolik faaliyetleridir (Özer, 2006; Mahdian, 2007).

Turunçgil ilaveli probiyotik yoğurt ile yapılan bir çalışmada, su tutma değerleri kontrol örneğinden yüksek bulunmuştur (Çevik, 2013). Andız pekmezi içeren set tipi yoğurtların bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine ilişkin çalışmada; andız pekmezi katkısının artmasına paralel olarak su tutmanın kontrol (A) yoğurtlarına oranla önemli ( $p<0.05$ ) oranda arttığı bulunmuştur. Bu durum andız pekmezinin su tutma kapasitesi yüksek olan protein ve indirgen şeker içermesine bağlanmıştır (Çelik vd., 2009).

**Çizelge 4.** Sinbiyotik yoğurtların depolama boyunca sertlik (g), viskozite (Pa.s) ve su tutma kapasitesi değerleri (%) ( $n=2$ )

**Table 4.** The hardness (g), viscosity (Pa.s) and the water holding capacity (%) values of synbiotic yoghurts during storage ( $n=2$ )

Örnek no	Depolama günleri			
	1	7	14	21
Sertlik (g)				
A	82.00±2.12 <sup>bK</sup>	90.00±0.70 <sup>aL</sup>	104.50±0.70 <sup>bcM</sup>	129.00±2.12 <sup>bN</sup>
B	89.50±1.41 <sup>cL</sup>	82.00±0.00 <sup>aK</sup>	88.75±0.35 <sup>aL</sup>	90.00±1.41 <sup>aL</sup>
C	82.00±2.82 <sup>bK</sup>	82.00±2.82 <sup>aK</sup>	105.75±1.06 <sup>cL</sup>	100.75±0.13 <sup>aL</sup>
D	72.25±1.76 <sup>aK</sup>	81.75±11.66 <sup>aK</sup>	102.50±2.12 <sup>bL</sup>	139.50±4.94 <sup>bM</sup>
E	76.00±1.41 <sup>aK</sup>	89.00±0.00 <sup>aL</sup>	103.50±0.70 <sup>bcN</sup>	97.00±1.41 <sup>aM</sup>
Viskozite (Pa.s)				
A	7.30±0.28 <sup>cM</sup>	3.64±0.13 <sup>aK</sup>	3.77±0.07 <sup>aK</sup>	5.15±0.33 <sup>bL</sup>
B	6.09±0.30 <sup>bL</sup>	5.70±0.14 <sup>bL</sup>	4.36±0.28 <sup>abK</sup>	4.21±0.64 <sup>abK</sup>
C	5.56±0.08 <sup>bL</sup>	3.88±0.95 <sup>aK</sup>	4.33±0.47 <sup>abKL</sup>	4.18±0.28 <sup>abKL</sup>
D	6.04±0.24 <sup>bM</sup>	3.80±0.14 <sup>aK</sup>	3.83±0.44 <sup>aK</sup>	4.93±0.29 <sup>cL</sup>
E	4.73±0.14 <sup>aK</sup>	5.25±0.92 <sup>abK</sup>	5.89±1.25 <sup>bK</sup>	3.70±0.50 <sup>aK</sup>
Su tutma kapasitesi (%)				
A	66.31±0.04 <sup>aL</sup>	67.04±0.69 <sup>aL</sup>	64.92±1.05 <sup>aKL</sup>	62.88±1.47 <sup>aK</sup>
B	66.84±0.6 <sup>bL</sup>	67.86±0.23 <sup>aM</sup>	65.16±1.25 <sup>aKL</sup>	64.01±0.23 <sup>abK</sup>
C	66.48±0.4 <sup>cK</sup>	71.36±1.48 <sup>bL</sup>	65.99±0.77 <sup>aK</sup>	66.40±0.60 <sup>bcK</sup>
D	67.33±0.4 <sup>dK</sup>	68.1±1.07 <sup>aK</sup>	68.11±1.68 <sup>abK</sup>	68.15±1.88 <sup>cK</sup>
E	67.85±0.4 <sup>eK</sup>	71.21±0.32 <sup>bL</sup>	71.05±1.23 <sup>bL</sup>	69.61±1.20 <sup>cKL</sup>

A:İnülin ilave edilmemiş yoğurt örneği, B: %0.5 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği, C: %0.75 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği, D: %1 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği, E: %2 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği.

a,b,c,d,e: Farklı harflerle gösterilen örnekler arasındaki değişim önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

K,L,M: Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ ).

Eroğlu (2019) tarafından yapılan başka bir çalışmada *L. acidophilus* ve *B. lactis* içeren probiyotik yoğurtlara stevia katkısının etkileri incelenmiş ve stevia içeren örneklerde depolama boyunca tekstür değerlerinde düşüş görüldüğü bildirilmiştir.

Kıran (2021) tarafından yapılan, %2 oranında badem ve fındık tozu ilave edilen prebiyotik kaynakların farklı kültür çeşitleri içeren ballı propolisli yoğurtlar üzerine etkilerini incelendiği bir tez çalışmasında badem ve fındık tozunun genel olarak viskozite değerlerini düşürdüğü, fakat depolama boyunca ve birbirleri arasındaki etkisinin istatistiksel açıdan önemsiz olduğunu belirtmiştir. Bu durumun nedenini ise toz ilavelerinin proteinin suyu bağlama kapasitesini azaltabileceği ile açıklamıştır.

Abou El Samh et al. (2013), yaptıkları bir çalışmada *B. lactis* BB-12 bakterisi ve farklı oranlarda kabak, çilek ve siyah havuç kullanarak üretilen yoğurdun bazı özelliklerini incelemiştir. Çalışma sonunda kabak içerisinde bulunan diyet lifinin, suyu bağlama özelliğine sahip olduğunu ve bu sebeple kabak oranı arttıkça viskozite değerlerinin arttığını bildirmişlerdir. Yine farklı bir çalışmada, sebze pürelereinden elde edilen diyet liflerinin kullanılarak yoğurtta serum ayrılması incelenmiş çalışma sonucunda yoğurdun viskozite değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Bu durumun liflerin yoğurttaki suyu bağlayarak ya da protein ağındaki interaksyonu güçlendirerek sağladığı yorumu yapılmıştır (Yıldız, 2017).

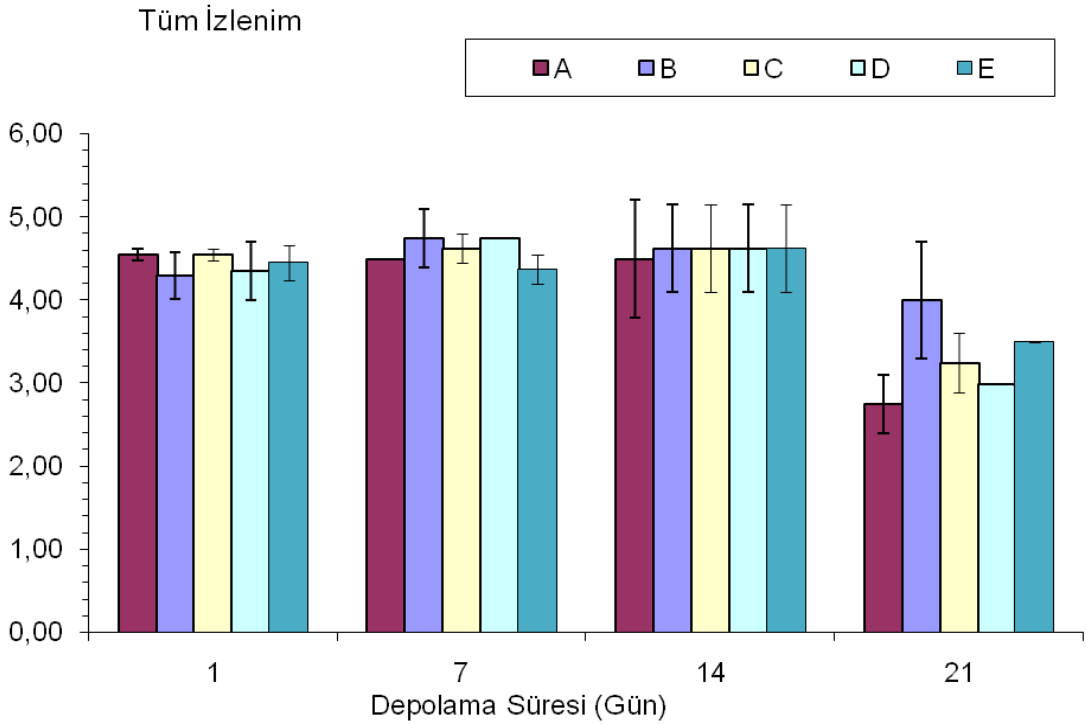
### **Sinbiyotik Yoğurtların Duyusal Değerlendirilmesi**

Tüm örneklerde renk değerleri 14. günden sonra düştüğü görülmektedir. Genel olarak panelistlerce inülin oranının artmasının örneklerin renk puanlarına kontrole göre daha az bir düşüşün olduğu belirtilmiştir. Bu durum inülinin yoğurtlara olumlu anlamda bir renk katmış olduğunu düşündürmüştür. Yoğurt örneklerinin kaşıkla kıvam için duyusal değerlendirme düzeyi 3.25 ile 5.0 puan arasında bulunmuştur. E örneğinde depolama sonunda kıvam değerinin azaldığı belirlenmiştir. B ve D örneğinde inülin içermeyen A örneğine göre kıvam yönünden daha yüksek puan almışlardır. Yoğurt örneklerinin aroma için duyusal değerlendirme düzeyi 3.00 ile 4.63 puan arasında bulunmuştur. D örneğinde depolama sonunda aroma değerinin diğer örneklerle göre daha fazla azaldığı belirlenmiştir. B, C ve E örneklerinde A örneğine göre aroma yönünden daha yüksek puan almışlardır. Depolama boyunca yoğurtların aroma puanlarında asitlik artışına bağlı olarak düşüş gözlenirken, 21. gün sonunda %2 inülin içeren E örneğinde aroma bakımından artış saptanmıştır. Yoğurt örneklerinin tat puanları 3.00 ile 4.75 arasında bulunmuştur. Yapılan duyusal değerlendirme sırasında depolama günleri sonlarına doğru inülin oranı yüksek D ve E örnekleri çok tatlı bulunmuştur. Yoğurt örneklerinin koku değerlendirme düzeyi 2.25 ile 5.0 puan arasında bulunmuştur. Yapılan duyusal değerlendirme sırasında depolama günleri sonunda koku puanlarının en yüksek B örneğinde olduğu görülmektedir. 14. günden sonra örneklerin koku değerlerinde genel anlamda gözle görülür bir düşme olduğu tespit edilmiştir. Dış görünüş analizlerinde; 1.gün en yüksek puan C örneği 21. gün B örneğinde görülmüştür. Depo boyunca tüm örneklerin dış görünüş puanları düşüş göstermiştir. Tüm örneklerle 21. günde diğer günlere göre daha düşük değerler verilmiştir. Tüm izlenim puanları 2.75 ile 4.75 arasında bulunmuştur. Genel olarak, inülin oranlarının artması tüm izlenim değerlendirme puanını düşürdüğü tespit edilmiştir. Özellikle bu durumun raf ömrünün artması ile daha belirgin hale gelmiş olduğu genel izlenim puanlama sonuçlarından görülmektedir. Bu sebeple B örneği panelistler tarafından tüketilebilir olarak değerlendirilmiştir. Yoğurt örneklerinin değerlendirme düzeyi Çizelge 5'de verilmiştir.

**Çizelge 5.** Sinbiyotik yoğurtların depolama günleri boyunca değerlendirme puanları (n=2)**Table 5.** The sensory evaluation scores of synbiotic yoghurts during storage days (n=2)

Örnek no	Depolama Günleri			
	1	7	14	21
Renk				
A	5,00±0,00	5,00±0,00	5,00±0,00	3,50±0,70
B	4,80±0,28	5,00±0,00	5,00±0,00	3,50±0,70
C	4,80±0,28	5,00±0,00	5,00±0,00	3,75±0,35
D	4,80±0,28	5,00±0,00	5,00±0,00	4,00±0,00
E	4,80±0,28	5,00±0,00	5,00±0,00	4,00±0,00
Kıvam (Kaşıkla)				
A	4,30±0,00	5,00±0,00	4,12±0,17	3,50±0,70
B	4,30±0,00	5,00±0,00	5,00±0,00	4,00±0,00
C	4,40±0,14	4,62±0,17	5,00±0,00	3,50±0,00
D	4,45±0,21	4,75±0,35	4,75±0,35	4,00±0,00
E	4,45±0,21	4,87±0,17	5,00±0,00	3,25±0,35
Aroma				
A	4,40±0,14	4,25±0,35	3,63±0,53	3,25±0,35
B	4,20±0,14	4,25±0,35	4,50±0,70	3,50±0,00
C	4,40±0,14	4,63±0,17	4,38±0,88	3,50±0,70
D	4,15±0,21	4,00±0,00	3,88±0,17	3,00±0,70
E	4,30±0,00	4,63±0,53	3,88±0,17	4,00±0,70
Tat				
A	4,30±0,00	4,50±0,00	3,62±0,53	3,25±0,35
B	4,15±0,21	4,75±0,35	4,57±0,60	4,00±0,70
C	4,30±0,00	4,25±0,35	4,57±0,60	3,25±1,06
D	4,08±0,011	4,50±0,00	3,45±0,63	3,00±0,70
E	4,30±0,00	4,12±0,53	3,50±0,70	3,00±0,70
Koku				
A	5,00±0,00	4,75±0,35	4,75±0,35	2,50±0,70
B	4,80±0,28	5,00±0,00	4,75±0,35	3,75±0,35
C	4,80±0,28	5,00±0,00	4,75±0,35	2,75±1,06
D	4,80±0,28	5,00±0,00	4,75±0,35	2,25±0,35
E	4,80±0,28	5,00±0,00	4,75±0,35	2,75±0,35
Dış Görünüş				
A	4,80±0,28	4,75±0,35	4,75±0,35	2,50±0,70
B	4,80±0,28	5,00±0,00	4,87±0,17	4,25±0,35
C	5,00±0,00	5,00±0,00	4,87±0,17	3,75±0,35
D	4,80±0,28	5,00±0,00	4,87±0,17	4,00±0,00
E	4,80±0,29	5,00±0,00	4,87±0,17	3,75±0,35
Tüm İzlenim				
A	4,55±0,07	4,50±0,00	4,504±0,70	2,75±0,35
B	4,30±0,28	4,75±0,35	4,624±0,53	4,00±0,70
C	4,55±0,07	4,62±0,17	4,624±0,53	3,25±0,35
D	4,35±0,35	4,75±0,00	4,624±0,53	3,00±0,00
E	4,45±0,21	4,37±0,17	4,624±0,53	3,50±0,00

A: İnülin ilave edilmemiş yoğurt örneği, B: %0.5 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği, C: %0.75 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği, D: %1 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği, E: %2 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği.



**Şekil 2.** Sinbiyotik yoğurtların depolama günleri boyunca tüm izlenim değerlendirme puanları ( $n=2$ ). (A: İnülin ilave edilmemiş yoğurt örneği, B: %0.5 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği, C: %0.75 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği, D: %1 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği, E: %2 oranında inülin ilave edilmiş yoğurt örneği).

**Figure 2.** All impression evaluation scores of synbiotic yoghurts during storage days ( $n=2$ ).

## SONUÇ

Bu çalışmada, farklı oranlarda inülin kullanımının, *Bifidobacterium* spp. kültürü içeren yoğurtlarda mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel ve duyuşsal özelliklerine istatistiksel olarak önemli etkilerinin olduğu ortaya konulmuştur ( $p<0.05$ ). Genel olarak inülin *Bifidobacterium* spp. gelişimini teşvik etmiş ve raf ömrü sonunda sayısındaki hızlı düşüşü engellediği görülmüştür. *Bifidobacterium* spp.'nin 14. günde anlamlı olarak azalmış olduğu görülmüş, buna benzer bir azalmanın pH değerlerinde ve *L. bulgaricus* mikrobiyolojik sayımlarında da yaşanmış olduğu belirlenmiştir. Eş zamanlı olarak *S. thermophilus*' un mikrobiyal etkinliğinin artmasının *Bifidobacterium* spp. ve *L. bulgaricus* birbirlerinden etkilendikleri düşüncesini akla getirmiştir. Farklı oranlardaki inülin içeriğinin pH, asitlik, sertlik, viskozite ve su tutmaya istatistiksel açıdan önemli bir etkisi görülmüştür. Üretimlerde yoğurtların karıştırılmış stirred tipi yoğurt olması, her ne kadar aynı sayılarda aynı kuvvette karıştırılmaya çalışılsa dahi insan faktörü etkisi olması sebebi ile örneklerin raf ömrü boyunca reolojik özelliklerini etkilemiş ve örnekler arasında dalgalanmalara yol açmış olabileceği kanısına varılmıştır. İnülin ilave yüzdelerinin artması ile geleneksel yoğurt lezzetinden uzaklaşmış olması özellikle sade yoğurtlarda %0.5 oranında inülinin değerlendirmeye alınabileceğini göstermiştir. Bu seviyede inulin ilavesinin endüstride sinbiyotik yoğurt üretiminde ve bu tarz ürünlerin ticarileşmesi için uygun olacağı düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu makale, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) 1512 Teknolojik Sermayesi Desteği Programı (BİGG) 2180831 nolu proje kapsamında desteklenen "Probiyotik Yapısı Zenginleştirilmiş Glutensiz Meyveli Doğal Yoğurt" başlıklı projesinden üretilmiştir.

## KAYNAKLAR

- Abou El Samh, M.M., A.A. Sherein & H.H. Essam, 2013. Properties and antioxidant activity of probiotic yoghurt flavored with black carrot, pumpkin and strawberry. *International Journal of Dairy Science*, 8: 48-57.
- Akalın, A.S., G. Ünal, G.N. Dinkçi & A.A. Hayaloğlu, 2012. Microstructural, textural, and sensory characteristics of probiotic yogurts fortified with sodium calcium casein at eor whey protein concentrate. *Journal of Dairy Science*, 95: 3617-3628.
- Aktaş, M., 2017. Fonksiyonel yoğurt üretiminde fındık zarından yararlanma olanaklarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Ana Bilim Dalı (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 88s.
- Altındış, M., M.B. İnci, B. Elmas, E.O. Şahin, E.P. Kahraman, R. Karagöz & S. Altındış, 2018. Aile hekimleri, pediatristler ve eczacıların probiyotik kullanımları hakkında bilgi, tutum ve davranışları. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, 2 (2): 108-116.
- Anonymous, 2000. 06.02.2009 Tarih ve 14 nolu Türk Gıda Kodeksi-Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'nde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ. Ankara.
- Anonymous, 2003. TS 3810 "Yoğurt- Kısa Ömürlü". Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 2009. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Tebliğ No:2009/25, Ankara.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 15th Ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. USA.
- AOAC, 1995. Official methods of analysis of AOAC International. 16th Edition, AOAC International, Arlington, Virginia, USA.
- AOAC, 1997. Official Methods of Analysis. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- AOAC, 2000. Official methods of analysis of AOAC international. (17th ed.), Association of Analytical Communities, Gaithersburg, MD, USA.
- Aportela-Palacios, A., M.E. Sosa-Morales & J.F. VélezRuiz, 2005. Rheological and physicochemical behavior of fortified yoğurt with fiber and calcium. *Journal of Texture Studies*, 36: 333-349.
- Banerjee, P. & D.P. Ray, 2019. Functional food: A brief overview. *International Journal of Bioresource Science*, 6 (2): 57-60.
- Bhaskar, M.M., S. Sistla & S. Kumaravel, 2017. A case of pyometrocolpos with *Bifidobacterium* species. *Anaerobe*, 44: 48-50.
- Bhullar, Y.S., M.A. Udin & N.P. Shah, 2002. Effect of ingredient ssupplementation on textural characteristics and micro structure of yoghurt. *Milchwissenschaft*, 57 (6): 328-332.
- Bunesova, V., S. Musilova, M. Geigerova, R. Pechar & V. Rada, 2015. Comparison of mupirocin-based media for selective enumeration of bifidobacteria in probiotic supplements. *Journal of Microbiological Methods*, 109: 106-109.
- Coşkun, T., 2006. Pro-, pre-ve sinbiyotikler. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 49: 128-148.
- Çelik, Ş., H. Durmaz, İ.G. Şat & G. Şenocak, 2009. Andız Pekmezi İçeren Set Tipi Yoğurtların Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. *Gıda*, 34 (4): 213-218 s.
- Çevik, G.B., 2013. Peynir Altı Suyu Tozu ve Turunç Ekstresi İlavésinin Probiyotik Yoğurtların Bazı Özelliklerine Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniv. Gıda Müh. Anabilim Dalı, Şanlıurfa, 93 s.
- Dave, R.I. & N.P. Shah, 1996. Evaluation of media for selective enumeration of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* and *bifidobacteria*. *Journal of DairyScience*, 79: 1529-1536.
- Dave, R.I. & N.P. Shah, 1997. Characteristics of bacteriocin produced by *Lactobacillus acidophilus* LA-1. *International Dairy Journal*, 7: 707-715.
- Dello Staffolo, M., N. Bertola, M. Martino & A. Bevilacqua, 2004. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *International Dairy Journal*, 14: 263-268.
- Eroğlu, E., 2019. Stevia Katkılı Probiyotik Yoğurtlarda Bakteri Canlılığının Ve Ürün Özelliklerinin Belirlenmesi. T.C. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, 135s.
- George, M., 2018. The world's healthiest foods, yogurt, grass-fed. Nov. 26-Dec 2, <http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=foodspice&dbid=124>.
- Gilliland, S.E. & M.L. Speck, 1977. Instability of *Lactobacillus acidophilus* in yogurt. *Journal of Dairy Science*, 60 (9): 1394-1398.
- Hardi, J. & Slacanac, V. 2000. Examination of coagulation kinetics and rheological properties of fermented milk products: The influence of starter culture, milk fat content and addition of inulin. *Mijekarstvo*, 50: 217-226.

- Gustaw W., M. Kordowska-Wiater & J. Koziol, 2011. The influence of selected prebiotics on the growth of lactic acid bacteria for bio-yoghurt production. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 4: 455-466.
- Heydari, S., A.M. Mortazavian, M.R. Ehsani, M.A. Mohammadifar & H. Ezzatpanah, 2011. Biochemical, microbiological and sensory characteristics of probiotic yogurt containing various prebiotic compounds. *Volume 23 (2): 23: 153.*
- Holzappel, W.H. & U. Schillinger. 2002. Introduction to pre- and probiotics. *Food Research International*, 35: 109-116.
- Ishibashi, N. & S. Shimamura, 1993. Bifidobacteria: Research and development in Japan. *Food Technology*, 47 (6): 126, 129-134.
- Kesenkaş, H., N. Akbulut, O. Yerlikaya, A. Akpınar & M. Açu, 2013. Kefir dondurması üretiminde soya sütünün kullanım olanakları üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50 (1): 1-12.
- Kıran, M.G., 2021. Farklı kültür çeşidi ve prebiyotik kaynak kullanarak üretilen ballı propolisli yoğurtların özellikleri. *Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Manisa*, 95 s.
- Kim, E. R., K. W. Lee, Y. H. Park & H. S. Kwak, 1993. The study of lactic acid bacteria in yogurt during delivery and storage. *Korean Journal of Dairy Science*, 14 (3): 260-268.
- Krasaekoopt, W., R. Pianjareonlap & K. Kittisuriyanont, 2008. Survival of probiotics in fruit juices during refrigerated storage. *Thai Journal of Biotechnology*, 8 (1):129-133.
- Küçükakgöl, Ö., C. Koçak, F. Sezen & F. Yıldız, 2009. Yağ ikame maddesi kullanılarak (Litesse®Ultra™) kurumadde artırımının yağsız yoğurdun kalitesi üzerine etkisi. *Gıda Dergisi*, 34 (5): 271-278.
- Lapierre, L., P. Undeland & L.J. Cox, 1992. Lithium chloride-sodium propionate agar for the enumeration of Bifidobacteria in fermented dairy products. *Journal of Dairy Science*, 75 (5): 1192-1196.
- Lee Y.K. & S. Salminen, 1995. The coming of age of probiotics. *Trends in Food Science & Technology*, 6: 241-245.
- Lourens-Hatting Viljoen, B. C., 2001. Yoghurt as probiotic carrier food. *International Dairy Journal*, 11: 1-17.
- Mahdian, F., 2007. Keten Tohumu Yağı ile Zenginleştirilmiş Sütten Yoğurt Üretimi. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir*, 100 s.
- Martín, M.J., F. Lara-Villoslada, M.A. Ruiz & M.E. Morales. 2015. Microencapsulation of bacteria: A review of different Technologies and their impact on the probiotic effects. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 27: 15-25.
- Martirosyan, D., H. Kanya & C. Nadalet, 2021. Can functional foods reduce the risk of disease? Advancement of functional food definition and steps to create functional food products. *Food Health & Diseases*, 11: 213-221.
- Martirosyan, D.M. & C. Leem, 2019. The bioactive compounds of probiotic foods/supplements and their application in managing mental disorders. *Bioactive Compounds in Health and Disease*, 2 (10): 206-220.
- Mazlumi, S.M., S.S. Shekarforoush, H. Ebrahimnejad & J. Sajedianfard, 2011. Effect of adding inulin on microbial and physico-chemical properties of low fat probiotic yogurt. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 12: 93-98.
- Özden, A., 2006. Sağlıklı Yaşam İçin Yararlı Dost Bakteriler. *Türk Gastroentoloji Vakfı Yayınları*, Ankara.
- Özer, B., 2006. Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. *Sidas Medya LTD. ŞTİ. Şanlıurfa*, 488 s.
- Özer, B., R.K. Robinson, A.S. Grandison & A.E. Bell, 1997. Comparison of Techniques for Measuring the Rheological Properties of Labneh (Concentrated Yoghurt). *International Journal of Dairy Technology*, 50 (4):129-133.
- Ranadheera, R.D.C.S., S.K. Baines & M.C. Adams, 2010. Importance of Food in Probiotic Efficacy. *Food Research International*, 43: 1-7.
- Rybka, S., 1994. The enumeration of *Lactobacillus*, *Streptococcus* and *Bifidobacterium species* in yogurt, University of New South Wales, B.Sc. Dissertation, Sydney.
- Shah, N. P., 2000. Probiotic bacteria: Selective enumeration and survival in dairy foods. *Journal of Dairy Science*, 83: 894-907.
- Tripathi, M.K. & S.K. Giri, 2014. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of functional Foods*, 9: 225-241.
- Vinderola, C.G. & J.A. Reinheimer, 1999. Culture media for the enumeration of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* in the presence of yoghurt bacteria. *International Dairy Journal*, 9: 497-505.
- Yıldız, E., 2017. Sebze Püreleri ile Üretilen Yoğurtların Özelliklerinin Belirlenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi, (Basılmamış) Doktora Tezi, Bursa*, 89 s.
- Zhi, R., L. Zhao & J. Shi., 2016. Improving the sensory quality of flavored liquid milk by engaging sensory analysis and consumer preference. *Journal of Dairy Science*, 99: 5305-5317.