

Mikroenkapsüle ve Serbest Probiyotik Kültür İlavesiyle Fonksiyonel Keçiboynuzu Pekmezi Üretimi

Emel ÜNAL TURHAN^{1*}

Öz

Bu çalışmada, serbest ve mikroenkapsüle probiyotik kültür ilavesiyle keçiboynuzu pekmezi üretimi gerçekleştirilmiş ve depolama koşullarının ürün kalite özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Probiyotik keçiboynuzu pekmezi üretiminde probiyotik kültür olarak *Lactobacillus. rhamnosus* kullanılmıştır. Sade (kontrol grubu) ve probiyotik keçiboynuzu pekmezi örnekleri 2 farklı sıcaklıkta (4°C ve 25°C) 30 gün boyunca depolanmış ve keçiboynuzu pekmezi örneklerinde probiyotik canlı hücre sayısı, pH ve duyu analizi yapılmıştır. Depolama sonunda mikroenkapsüle kültür ve serbest kültür ile üretilen pekmezlerde canlı probiyotik hücre sayısı sırasıyla 7.79 log kob/mL ve 7.31 log kob/mL bulunmuştur. Depolama süresinin *L. rhamnosus* sayısı üzerindeki etkisi serbest kültür ile üretilen örnekler için önemsiz bulunurken mikroenkapsüle kültür ile üretilmiş örnekler için istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca, probiyotik hücre konsantrasyonunda, farklı depolama sıcaklıklarının önemli bir etkisi olmamıştır. Örneklerin pH değerleri üzerinde ise sadece depolama süresinin etkisinin önemli olduğu saptanmıştır. Duyusal özellikler açısından en yüksek beğeniyi kontrol grubu örneği olan sade keçiboynuzu pekmezleri alırken en düşük beğeniyi mikroenkapsüle kültür ile üretilen pekmezler almıştır. Depolama sonunda tüm pekmez örneklerinde duyu kalite puanları düşmüştür. Ayrıca, 4°C’de depolamanın pekmezin duyu özellikleri üzerinde daha olumlu bir etkisinin olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Keçiboynuzu pekmezi, Probiyotik, *L. rhamnosus*, Mikroenkapsülasyon

The Production of Functional Carob Molasses with the Addition of Microencapsulated and Free Probiotic Culture

Abstract

In this study, the production of carob molasses with the addition of free and microcapsule probiotic culture was carried out and the effect of storage conditions on product quality characteristics was examined. *Lactobacillus rhamnosus* was used as a probiotic culture in the production of probiotic carob molasses. Plain (control group) and probiotic carob molasses samples were stored for 30 days at 2 different temperatures (4°C and 25°C) and probiotic viable cell count, pH and sensory analyses were performed in carob molasses samples. At the end of storage, the number of live probiotic cells was 7.79 log cfu/mL and 7.31 log cfu/mL respectively in molasses produced with microcapsule culture and free culture. While the effect of storage time on the number of *L. rhamnosus* was insignificant for samples produced with free culture, it was found to be statistically important for samples produced with microcapsule culture. Additionally, in probiotic cell concentration, different storage temperatures have not had a significant effect. On the pH values of the samples, it was determined that only the effect of storage time was important. The highest appreciation in terms of sensory properties was taken by plain carob molasses, which is an example of the control group, while the lowest appreciation was the molasses produced with microcapsule culture. Sensory quality scores decreased in all molasses samples at the end of storage. It was also found to have a more positive effect on the sensory properties of storage at 4°C.

Keywords: Carob molasses, Probiotic, *L. rhamnosus*, Microencapsulation

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadiri Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Bölümü, Osmaniye, Türkiye, emelunal@osmaniye.edu.tr

¹<https://orcid.org/0000-0002-0284-574X>

1. Giriş

Bugünlerde, sağlıkla ilgili özellikleri geliştirilmiş olan fonksiyonel gıda ürünlerinin tüketimine dair bir yönelim vardır. Probiyotik fonksiyonel bir gıda ürünü geliştirirken probiyotik bakteri seçimi, gıdanın bileşimi ve işleme koşullarını göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Özellikle probiyotik gıdalarda probiyotik hücre sayısının belli oranda tutulması zorunluluğu göz önünde bulundurulduğunda gerek gıdadan ve prosesten kaynaklı gerekse depolama koşullarından kaynaklı olumsuz koşullara dayanım elzemdir (Furtado ve ark., 2019). Probiyotik gıdalardaki kültürlerin sağlık üzerindeki yararlı etkilerinin görülebilmesi için yer aldığı gıda ürününde en az 10^6 kob/g veya mL düzeyinde bulunması gerekmektedir (Randazzo ve ark., 2013; Terpou ve ark., 2019). Probiyotik mikroorganizmaların gıda bileşiminden kaynaklı stres faktörlerine, depolama koşullarına ve gastrik koşullara dayanım açısından mikroenkapsülasyon yöntemleri uygulanır. Mikroenkapsülasyon, hassas mikroorganizma hücrelerini bir kabuk gibi sararak dışarıdan gelen olumsuz çevre koşullarında hücre hasarını minimumda tutan bir işlemdir (Kalkan ve ark., 2018; 2020; Terpou ve ark., 2019). Probiyotik gıda üretiminde bilindiği üzere sıklıkla süt ürünlerine başvurulmuştur. Probiyotik gıdaların ağırlıklı olarak süt ürünlerinden oluştuğu düşünüldüğünde süt ürünlerini tüketmeyen bireylere yönelik yeni probiyotik gıdaların tasarlanması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Süt ürünleri dışında; probiyotik kültür ilavesi ile üretilen gıdalara; elma suyu, portakal suyu, ananas suyu, limon suyu, şeftali suyu, kivi suyu, çilek suyu, kaju, nar suyu, tahıl ürünleri, tatlılar, mango suyu, gofret, çikolata, şeker kamışı suyu, kızılıklık suyu, sucuk, sosis, vişne suyu gibi ürünler örnek olarak verilebilir (Espinazo ve Navaro, 2010; Antunes ve ark., 2013; Daneshi ve ark., 2013; Turhan ve ark., 2014; Alzate ve ark., 2016; Nematollahi ve ark., 2016; Furtado ve ark., 2019; Erginkaya ve ark., 2019). Bu ürün gruplarından özellikle de sebze ve meyve sularında probiyotik gıda denemeleri başarılı sonuçlar vermiştir (Randazzo ve ark., 2013; Nematollahi ve ark., 2016). Son yıllarda besinsel bileşimi ve sağlık üzerindeki olumlu etkileri vurgulanan keçiyoynuzu pekmezi üzerinde durulmaya başlanmıştır (Toker ve ark., 2013). Gerek besleyici özellikleri gerekse yüksek enerji değeri ile keçiyoynuzu pekmezi iyi bir probiyotik taşıyıcısı gıda olabilir.

Pekmez bileşiminde bulunan karbonhidrat, organik asit, protein, flavanoidler, fenolik maddeler, mineral madde (başlıca K, Ca, Mg, Na, P and Fe) ve vitaminler bakımından besin değeri yüksek bir üründür ve insan sağlığı için faydalıdır (Aliyazıcıoğlu ve ark., 2009; Akkaya ve ark., 2012; Tounsi ve ark., 2017; 2019). Pekmez bileşimindeki bu maddelerin yani gıda matrisinin özellikleri probiyotik canlılığı üzerinde etkili olduğu için probiyotik keçiyoynuzu pekmezi üretimini tasarlarken düşük su aktivitesi koşullarına dayanan ve depolama süresince ürünün kalite özellikleri üzerinde olumsuz etkisi olmayan probiyotik kültür uygulaması üzerinde durulması gerekmektedir. Gıda bileşiminden kaynaklı stres faktörlerine, depolama koşullarına ve gastrik koşullara dayanım açısından probiyotik

kültürlerin mikroenkapsülasyonunu öneren birçok çalışma olmakla birlikte, farklı gıda ürünlerinde uygulanması ile ilgili çalışma sayısı sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı; serbest ve mikroenkapsüle probiyotik kültürlerle keçiyoynuzu pekmezi üretimi gerçekleştirmek ve depolama koşullarının probiyotik hücre canlılığı, pH ve duyuşal özellikleri üzerindeki etkisi incelemektir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada sade (K), mikroenkapsüle (M) ve serbest probiyotik kültür (S) içeren keçiyoynuzu pekmezi üretimi (2 paralel ve 3 tekerrür) 3 farklı deneme planı (K, M ve S) ile gerçekleştirilmiştir. Keçiyoynuzu pekmezlerinin fabrika tarafından önerilen depolama sıcaklığı oda sıcaklığıdır. Ancak, denemelerimizde keçiyoynuzu pekmezlerine ilave edilen probiyotik kültürün oda sıcaklığında pekmezi fermente etme ve tadını bozma ihtimaline karşı iki farklı depolama sıcaklığı tercih edilmiştir. Bu bakımdan probiyotik ve sade keçiyoynuzu pekmezleri 4°C ve 25°C’de depolanmıştır. Depolama süresi pandemi dönemine denk geldiği için ve kısıtlamalardan ötürü 1 ay ile sınırlı tutulabilmiştir. Bu sebepten analizler başlangıç (0. gün) ve 30. gün’de alınan örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

2.1. Probiyotik Kültür

Probiyotik kültür olarak kullanılan *Lactobacillus rhamnosus* ise Danisco USA INC.’den temin edilmiştir. Probiyotik kültürlerin ilave edildiği keçiyoynuzu pekmezleri Kadirli’de keçiyoynuzu pekmezi üretimi yapan bir fabrikadan temin edilmiştir.

2.2. Serbest ve Mikroenkapsüle Probiyotik Kültür Hazırlığı

Stok kültürden alınan *L. rhamnosus* MRS (de Man, Rogosa, and Sharpe) broth (Merck, Germany) besiyeri içerisinde 37°C’de 24 saat inkübasyona bırakılarak geliştirilmiş ve böylece serbest *L. rhamnosus* kültürü elde edilmiştir. Mikroenkapsüle probiyotik kültür eldesi için serbest *L. rhamnosus* kültürü ekstrüzyon tekniği ile mikroenkapsülasyona maruz bırakılmıştır (Chen ve ark., 2007). Kullanılan tüm cam malzemeler ve çözeltiler 121°C’de 15 dakika süreyle sterilize edilmiştir. Kaplama materyali çözeltisi destile su kullanılarak hazırlanmıştır. 10⁹ kob/mL konsantrasyondaki probiyotik kültür (serbest *L. rhamnosus* kültürü) steril kaplama materyali çözeltisine (Aljinat-Merck) 1/5 oranında ilave edilmiştir. Probiyotik kültür içeren bu karışım (10⁸ kob/mL) 0.11 mm’lik iğnesi olan şırınga ile 0.05 M’lık steril CaCl₂ (Merck-Germany) çözeltisi içerisine enjekte edilmiştir. Oluşan kapsüller, yeterli sertliği kazanmaları amacıyla 30 dakika süre ile çözelti içerisinde bırakılmış ve

sonra “whatman# 4 filtre kâğıdı” (Merck) ile süzülerek kullanıma hazır hale gelmiştir (Şekil 1) (Erginkaya ve ark., 2019).



Şekil 1. Mikroenkapsüle *L. rhamnosus*

2.2. Probiyotik Keçiboynuzu Pekmezi Üretimi

Bu projede probiyotik keçiboynuzu pekmezi üretimleri; serbest probiyotik kültür (S) ve mikroenkapsüle probiyotik kültür ilaveli (M) olmak üzere iki farklı uygulama ile elde edilmiştir. Kontrol örneği olarak ise hiçbir probiyotik kültür ilavesi yapılmamış olan bütün üretimlerde kullanılmak üzere fabrikadan temin edilen sade keçiboynuzu pekmezleri değerlendirilmiştir. Sonuçta bu çalışmada sade (K), serbest probiyotik kültürü (S) ve mikroenkapsüle probiyotik kültürü (M) olmak üzere 3 farklı örnek grubu üzerinde ilgili analizler yapılmıştır. Serbest probiyotik kültürü keçiboynuzu pekmezi üretimi için; aseptik koşullar altında oda sıcaklığında 100 mL keçiboynuzu pekmezine 2 mL serbest *L. rhamnosus* (yaklaşık 10^7 kob/mL) ilave edilmiş ve ardından amber cam şişeler içinde kapakları kapatılarak ambalajlanmıştır. Mikroenkapsüle probiyotik kültürü keçiboynuzu pekmezi üretimi için ise, aseptik koşullar altında oda sıcaklığında 100 mL keçiboynuzu

pekmezine 2 gr mikroenkapsüle *L. rhamnosus* ilave edilmiş ve ardından amber cam şişeler içinde kapakları kapatılarak ambalajlanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Probiyotik keçiyoynuzu pekmezleri

2.2. Probiyotik Keçiyoynuzu Pekmezlerindeki *L. rhamnosus* Sayısının Belirlenmesi

L. rhamnosus sayımı için, 10 g keçiyoynuzu pekmezi 90 mL steril dilüsyon sıvısı ile (%0.85 tuz ve %0.1 pepton içeren) homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekten 1 mL alınmış ve dilüsyon sıvısı kullanılarak seyreltilmiştir. Daha sonra 0.1 mL seyreltilmiş örnekler de Man, Rogosa Sharpe (MRS) agar'a (Merck-Germany) yayma ekim yöntemiyle ekilmiş ve 37°C'de anaerobik koşullarda 48 saat inkübasyona bırakılmıştır (Halkman, 2005).

2.2. pH Tayini

pH tayini cam elektrotlu WTW marka pH metre kullanılarak oda koşullarında yapılmıştır (Cemeroğlu, 1992).

2.2. Duyusal Analiz

Duyusal analizler 5 kişiden oluşan panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. 3 ayrı keçiyoynuzu pekmezi örneği daha önceki araştırmacılar tarafından önerilen duyusal özelliklere (renk, koku, kıvam, tat, genel kabul edilebilirlik) göre 1-9 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Değerlendirmede 5 puan orta dereceyi göstermekte ve bu puanın altındaki değerler duyusal kalite açısından kötü, üzerindeki değerler duyusal kalite açısından iyi olarak nitelendirilmiştir. Sonuçta duyusal analizlerde elde edilen 5 puan bir ürünün red ve kabul kriteri olarak değerlendirilmiştir (Dimassi ve ark., 2019).

2.2.4. İstatistiksel Analizler

Elde edilen bulgular SPSS 20 paket programı (IBM SPSS Advanced Statistics 20.0-SPSS Inc, ABD) kullanılarak tek yönlü varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş ve önemli bulunan farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre ($P<0.05$) değerlendirilmiştir (Özdamar, 1999).

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada probiyotik keçiyoynuzu pekmezi üretimi tasarlanırken, probiyotik kültürlerin gıda matrisinden kaynaklı stres faktörlerine dayanması ve depolama süresince ürünün kalite özellikleri üzerinde olumsuz etkisi olmaması hedeflenmiştir. Bu kapsamda keçiyoynuzu pekmezi örneklerindeki probiyotik canlı hücre sayısı, pH ve duyusal özellikler incelenmiştir.

Gıda bileşiminden kaynaklı stres faktörlerine, depolama koşullarına ve gastrik koşullara dayanım açısından probiyotik kültürlerin mikroenkapsülasyonunu öneren birçok çalışma mevcuttur. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda gerek süt ürünlerinde gerekse meyve-sebze ürünlerinde ağırlıklı olarak *L. rhamnosus* kullanılmış ve başarılı sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Sheehan ve ark., 2007; Shah ve ark., 2010; Sohail ve ark., 2012; Ying ve ark., 2013). Nitekim, bu projede de probiyotik keçiyoynuzu formülasyonunda stres faktörlerine karşı dayanımı arttırmak için mikroenkapsüle *L. rhamnosus* kullanımı tercih edilmiştir. Tablo 1'de farklı yöntemlerle elde edilen keçiyoynuzu pekmezlerinde farklı sıcaklıklarda depolamanın *L. rhamnosus* sayısı üzerindeki etkisi gösterilmiştir.

Tablo 1. Keçiyoynuzu pekmezi örneklerindeki canlı *L. rhamnosus* sayısı

| Örnekler | 0. Gün | 30.Gün (4 °C) | 30.Gün (25 °C) |
|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| M | 7.16±0.12 ^{BA} | 7.64±0.09 ^{CB} | 7.79±0.32 ^{CB} |
| S | 7.25±0.06 ^{BA} | 7.28±0.12 ^{BA} | 7.31±0.18 ^{BA} |
| K | 0.00±0.00 ^{AA} | 0.00±0.00 ^{AA} | 0.00±0.00 ^{AA} |

M: Mikroenkapsüle probiyotik kültür içeren pekmez, S: Serbest probiyotik kültür içeren pekmez, K: Probiyotik kültür içermeyen sade pekmez (Kontrol örneği). A, B, C: Aynı satır içerisinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. (P<0.05); a, b, c: Aynı sütun içerisinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05)

Tablo 1’de de görüldüğü gibi, pekmez örneklerindeki *L. rhamnosus* sayısı üzerinde mikroenkapsülasyon işleminin etkisi önemli bulunurken, depolama sıcaklığının etkisi önemsiz bulunmuştur. Mikroenkapsüle probiyotik kültürlerin bulunduğu keçiyoynuzu pekmezlerinde hücre canlılığı (en fazla 7.79 log kob/mL) serbest kültür bulunan örneklerdekenden (en fazla 7.31 log kob/mL) daha yüksek bulunmuştur. Bu durum literatür çalışmalarında vurgulanan, mikroenkapsülasyonun probiyotikleri olumsuz çevre koşullarına karşı koruduğu hipotezini desteklemiştir (Prado ve ark., 2008; Sohail ve ark., 2012; Perricone ve ark., 2015). Çalışmamızda farklı sıcaklıklarda depolamanın probiyotik hücre canlılığı üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. 30 günlük depolama süresinin probiyotik canlılığı üzerindeki etkisi ise, mikroenkapsüle kültürlerin kullanıldığı örnekler için önemli bulunurken serbest kültürlerin kullanıldığı örneklerde önemsiz bulunmuştur. Mikroenkapsüle probiyotik kültürlerin kullanıldığı pekmezlerde 30 günlük depolamanın sonunda canlı hücre sayısının başlangıçtaki miktarlarına göre yükseldiği gözlenmiştir. Çalışma sonuçlarımızla benzer olarak, önceki çalışmalarda bazı araştırmacılar elma, portakal ve nar suyu gibi meyve sularına mikroenkapsüle/serbest probiyotik kültür (*Lactobacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium longum*, *L. salivarius*, *L. plantarum*, *L. acidophilus*, *L. paracasei*, *B. lactis*) ilave etmişler ve mikroenkapsüle kültürlerin depolama dayanımlarının serbest kültürlerden daha iyi olduğunu bildirmişlerdir (Ding ve Shah, 2008; Nualkaekul ve ark., 2013, Ying ve ark., 2013). Antunes ve ark., (2013) tropik bir meyve olan “acerola” nektarında probiyotik uygulanması ile ilgili çalışmalarında; asidik koşullar başta olmak üzere meyve suyu bileşiminden kaynaklı stres faktörlerine karşı probiyotik kültür uygulamasında mikroenkapsülasyonun hücre canlılığını korumak açısından iyi bir yöntem olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Farklı yöntemlerle elde edilen keçiyoynuzu pekmezlerinde farklı sıcaklıklarda depolamanın pH değerleri üzerindeki etkisi Tablo 2’de gösterilmiştir. Pekmez örneklerindeki pH değeri üzerinde mikroenkapsülasyon işleminin ve depolama sıcaklığının etkisi önemsiz bulunurken, depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu durum kısa süreli depolamalarda mikroenkapsüle kültür kullanmakla serbest kültür kullanmak arasında probiyotik stabilitesi açısından bir fark olmadığını göstermiştir. Ancak uzun süreli depolamalarda mikroenkapsülasyonun koruyucu

etkisinin olması muhtemeldir. Bu yüzden ilerleyen çalışmalarda daha uzun süreli depolamanın etkisi üzerinde durulması önerilir.

Tablo 2. Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin pH değerleri

| Örnekler | 0.Gün | 30.Gün (4°C) | 30.Gün (25°C) |
|----------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| M | 5.47±0.01 ^{aB} | 5.34*±0.02 ^{aA} | 5.29*±0.02 ^{aA} |
| S | 5.48±0.01 ^{aB} | 5.38*±0.01 ^{aA} | 5.34*±0.02 ^{aA} |
| K | 5.52±0.02 ^{bA} | 5.50±0.02 ^{bA} | 5.51±0.02 ^{bA} |

M: Mikroenkapsüle probiyotik kültür içeren pekmez, S: Serbest probiyotik kültür içeren pekmez, K: Probiyotik kültür içermeyen sade pekmez (Kontrol örneği). A, B, C: Aynı satır içerisinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05); a, b, c: Aynı sütun içerisinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05)

Farklı yöntemlerle elde edilen keçiboynuzu pekmezlerinde farklı sıcaklıklarda depolamanın bazı duyuşsal kalite özellikleri üzerindeki etkisi Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. Keçiboynuzu pekmezi örneklerinin bazı duyuşsal özellikleri

| Duyuşsal Özellik | Örnekler | 0.Gün | 30.Gün (4°C) | 30.Gün (25°C) |
|---------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Renk | M | 9.33±0.58 ^{aB} | 8.67±0.58 ^{aB} | 7.33*±0.58 ^{aA} |
| | S | 9.33±0.58 ^{aA} | 8.67±0.58 ^{aA} | 8.33±0.58 ^{bA} |
| | K | 10.00±0.00 ^{bA} | 9.67±0.58 ^{bA} | 9.33±0.58 ^{cA} |
| Koku | M | 10.00±0.00 ^{aB} | 9.67±0.58 ^{aB} | 8.33*±0.58 ^{aA} |
| | S | 10.00±0.00 ^{aB} | 9.67±0.58 ^{aB} | 8.67*±0.58 ^{aA} |
| | K | 10.00±0.00 ^{aA} | 9.67±0.58 ^{aA} | 9.67±0.58 ^{bA} |
| Kıvam | M | 8.67±0.58 ^{aB} | 8.33±0.58 ^{aB} | 7.33*±0.58 ^{aA} |
| | S | 10.00±0.00 ^{bB} | 9.33*±0.58 ^{bA} | 9.33*±0.58 ^{bA} |
| | K | 10.00±0.00 ^{bA} | 9.67±0.58 ^{bA} | 9.67±0.58 ^{bA} |
| Tat | M | 9.33±0.58 ^{aB} | 8.67±0.58 ^{aB} | 7.67*±0.58 ^{aA} |
| | S | 10.00±0.00 ^{bB} | 8.67*±0.58 ^{aA} | 8.67*±0.58 ^{bA} |
| | K | 10.00±0.00 ^{bB} | 9.67±0.58 ^{bA} | 9.67±0.58 ^{cA} |
| Genel Kabul Edilebilirlik | M | 9.00±0.58 ^{aB} | 8.67±0.58 ^{aB} | 7.67*±0.58 ^{aA} |
| | S | 10.00±0.00 ^{bB} | 9.33±0.58 ^{bB} | 8.33*±0.58 ^{bA} |
| | K | 10.00±0.00 ^{bB} | 9.67±0.58 ^{cB} | 8.67*±0.58 ^{cA} |

M: Mikroenkapsüle probiyotik kültür içeren pekmez, S: Serbest probiyotik kültür içeren pekmez, K: Probiyotik kültür içermeyen sade pekmez (Kontrol örneği). A, B, C: Aynı satır içerisinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05); a, b, c: Aynı sütun içerisinde her bir duyuşsal özellik için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05)

Duyuşsal kalite özellikleri açısından mikroenkapsüle kültür kullanılan pekmezler çoğunlukla daha az beğenilmiş ve mikroenkapsülasyon işleminin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Özellikle kıvam ve tat özellikleri açısından mikroenkapsüle kültür içeren pekmezler daha az beğenilmiştir. Bu durumun probiyotik kültürlerin hapsedildiği küçük boncuklar şeklindeki kapsüllerin pekmezde kıvam ve tat özellikleri açısından fark edilir olduğunu göstermiştir. Benzer

olarak, Krasaekoopt ve Kitswad (2010) tarafından meyve sularında mikroenkapsüle probiyotik kültür kullanımının duyuşal özellikler bakımından ürünün kabulüne dair tüketici davranışı üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışma yapılmıştır. Bu araştırmacıların çalışmasında meyve suyu gibi akışkan bir gıdada probiyotik mikrokapsül varlığının özellikle “meyve suyunu yutma” esnasında tüketici üzerinde olumsuz izlenim bıraktığı sonucuna varılmıştır.

Depolama sıcaklığının etkisine bakıldığında ise 25°C’de depolanan örneklerin daha düşük puanlar aldığı ve bu farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur. Çalışmada en beğenilen örnekler (8.67-10.00 puan) genellikle hiç bir probiyotik kültür ilavesi yapılmayan kontrol örnekleri olmuş, ancak probiyotik kültür ilavesi yapılan diğer örneklerde iyi puanlar (7.33-10.00 puan) alarak beğenilmiştir. Bu çalışmada sade keçiyoynuzu pekmezlerine alternatif olarak probiyotik kültür ilavesi ile fonksiyonel özellik kazandırılan probiyotik keçiyoynuzu pekmezlerinde kritik duyuşal kabul edilebilirlik sınır değeri olan “5”in altına düşülmemiştir. Bu sebeple, çalışmada gerek serbest kültür kullanımı gerekse mikroenkapsüle kültür kullanımı ile üretilen yeni bir ürün olan probiyotik keçiyoynuzu pekmezlerinin yüksek duyuşal kabul edilebilirlik puanları ile sağlıklı gıda tüketimi eğilimindeki tüketicilere iyi bir alternatif yaratılmıştır.

Oda sıcaklığı koşullarında probiyotik kültürün keçiyoynuzu bileşiminde bulunan maddeleri parçalaması yani metabolize etmesi sonucu ürünün duyuşal ve fizikokimyasal özellikleri değişebilir. Bu açıdan depolama sıcaklığı olarak buzdolabı koşullarında depolamanın daha elverişli olacağı bildirilmiştir (Sheehan ve ark., 2007). Çalışmamızda bu literatür bilgileri ışığında oda sıcaklığının yanısıra +4°C’de depolama yöntemine de başvurulmuştur. Nitekim Sohail ve ark., (2012) mikroenkapsüle probiyotik kültür kullanımı ile ürettikleri meyve sularında iki farklı sıcaklıkta (25°C ve 4°C’de) depolamanın asidifikasyon üzerindeki etkisini incelemişler ve çalışma sonucunda gerek mikroenkapsülasyonun gerekse buzdolabı koşullarında depolamanın asidifikasyonu geciktirdiğini saptamışlardır. Probiyotik kültürlerin mikroenkapsüle edilmesi gıda ortamı içinde salınımlarını ve gıda bileşenlerini parçalama etkilerini azaltır. Kısacası, ürün kalite özelliklerinin korunması bakımından buzdolabı sıcaklığında depolamanın faydalı olacağı bildirilmiştir (Randazzo ve ark., 2013; Patel, 2008).

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışma ile besleyici değeri yüksek olan keçiyoynuzu pekmezine probiyotik kültür ilavesi ile fonksiyonel özellik kazandırılmıştır. Probiyotik kültürlerin keçiyoynuzu pekmezi gibi düşük su aktivitesi olan bir ortamda canlılıklarını korumaları ve tüketimden sonra gastrik koşullarda da dayanımlarının sağlanabilmesi açısından mikroenkapsüle edilerek ürüne ilave edilmesi kalite özellikleri açısından da olumlu sonuçlar vermiştir. Ancak farklı enkapsülasyon yöntemleri ve

kaplama materyalleri denenerek ürünün duyuşal açıdan kabul edilebilirliği daha da arttırılabilir. Çalışmanın süt ürünleri dışındaki probiyotik ürün çeşitliliğini arttırmak açısından gıda sanayiine fayda sağlayacağı dşnlmş ve bu şekilde hem tüketicisi hem de sanayinin ihtiyaç duyduğu alternatif bir probiyotik ürün ortaya çıkarılmıştır. İlerleyen çalışmalarda probiyotik keçiboynuzu üretiminde kullanılan yöntemlerin daha uzun süreli depolamada ürün kalite özellikleri üzerindeki etkisinin incelenmesi önerilir. Ayrıca probiyotik kültürlerin metabolik aktivitesinden kaynaklı olarak keçiboynuzu pekmezlerinde sadece pH ve duyuşal özellikler değil yanı sıra indirgen şeker, organik asit bileşimi, reolojik özellikler vb. gibi önemli kalite kriterleri de incelenmelidir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Akkaya, Z., Schröder, J., Tavman, ř., Kumcuoğlu, S., Schuchmann, H.P., and Gaukel, V., (2012). Effects of spray drying on physical properties, total phenolic content and antioxidant activity of carob molasses. *International Journal of Food Engineering*, 8(4), 1-15.
- Alzate, B.C.S., Rodriguez, M.C., and Campuzano, O.M., (2016). Identification of some kefir microorganisms and optimization of their production in sugarcane juice. *Revista Facultad Nacional de Agronomia*, 69(1), 7935-7943
- Aliyazıcıoğlu, R., Kolaylı, S., Kara, M., Yıldız, O., Sarıkaya, A.O., Cengiz, S., and Er, F., (2009). Determination of chemical, physical and biological characteristics of some pekmez (molasses) from Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 21(3), 2215-2223.
- Antunes, A.E.C., Liserre, A.M., Coelho, A.L.A., Menezes, C.R., Moreno, I., Yotsuyanagi, K., and Azambuja, N.C., (2013). Acerola nectar with added microencapsulated probiotic. *LWT-Food Science and Technology*, 54, 125-131.
- Cemeroğlu, B., (1992). *Meyve ve sebze işleme endstrisinde temel analiz metotları*. Ankara: Biltav Yayınları.
- Chen, M., Chen, K., and Kuo, Y. (2007). Optimal thermotolerance of *Bifidobacterium bifidum* in gellan-alginate microparticles. *Biotechnol Bioeng*, 98 (2), 411-419.
- Daneshi, M., Ehsani, M.R., Razavi, S.H., and Labbafi, M., (2013). Effect of refrigerated storage on the probiotic survival and sensory properties of milk/carrot juice mix drink. *Electronic Journal of Biotechnology*, 16(5), 1-12.
- Dimassi, O., Khalife, R., Akiki, R., and Rached, M., (2019). Effect of different soaking media on the efficiency of carob molasses production. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 4(3), 829-834.
- Ding, W.K., and Shah, N.P., (2008). Survival of free and microencapsulated probiotic bacteria in orange and apple juices. *International Food Research Journal*, 15(2), 219-232.
- Espinazo, Y.R., and Navaro, Y.G., (2010). Non-dairy probiotic products. *Food Microbiology*, 27, 1-11.
- Erginkaya, Z., Sarıkodal, E., zktk, S.T., Konuray, G., and nal Turhan, E., (2019). Probiyotik bitter okolata üretiminde mikroenkapsüle *Lactobacillus rhamnosus* kullanımı. *Gıda*, 44(2), 238-247.
- Furtado, L.L., Martins, M.L., Ramos, A.M., Silva, R.R., Junior, B.R.C.L., and Martins, E.M.F., (2019). Viability of probiotic bacteria in tropical mango juice and the resistance of the strains to gastrointestinal conditions simulated in vitro. *Semina: Ciências Agrrias, Londrina*, 4(1), 149-162.
- Halkman, K., (2005). *Merck gıda mikrobiyolojisi uygulamaları*. Ankara, Türkiye: Başak Matbaacılık Limited şti., 358s.

- Kalkan, S., Öztürk, D., Selimoğlu, and B.S., (2018). Determining some of the quality characteristics of probiotic yogurts manufactured by using microencapsulated *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*. *Turk J Vet Anim Sci*, 42, 617-623.
- Kalkan, S., Otağ, M.R., Köksal, E.İ, Bozkurt, and N.Ş., (2020). Production of functional Turkish noodle (Erişte) supplementary probiotic and determining of some quality properties. *Food and Health*, 6(3), 140-150.
- Krasaekoopt, W., and Kitsawad, K., (2010). Sensory characteristics and consumer acceptance of fruit juice containing probiotics beads in Thailand. *AU J.T.*, 14(1), 33-38.
- Nematollahi, A., Sohravandi, S., Martazavian, A.M., and Jazaeri, S., (2016). Viability of probiotic bacteria and some chemical and sensory characteristics in cornelian cherry juice during cold storage. *Electronic Journal of Biotechnology*, 21, 49-53.
- Nualkaekul, S., Cook, M.T., Khutoryanskiy, V.V., and Charalampopoulos, D., (2013). Influence of encapsulation and coating materials on the survival of *Lactobacillus plantarum* and *Bifidobacterium longum* in fruit juices. *Food Research International*, 53, 304-311.
- Özdamar, K., (1999). *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi*. Eskişehir, Türkiye: Kaan Kitabevi, 535s.
- Patel, P., Parekh, T., and Subhash, R., (2008). Development of probiotic and synbiotic chocolate mousse: a functional food. *Biotechnology*, 7(4): 769-774.
- Perricone, M., Bevilacqua, A., Altieri, C., Sinigaglia, M., and Corbo, M.R., (2015). Challenges for the production of probiotic fruit juices. *Beverages*, 1, 95-103.
- Prado, Parada, J.L., Pandey, A., Soccol, C.R., (2008). Trends in non-dairy probiotic beverages. *Food Research International*, 41, 111-123.
- Randazzo, C.L., Pitino, I., Licciardello, F., Muratore, G., and Caggia, C., (2013). Survival of *Lactobacillus rhamnosus* probiotic strains in peach jam during storage at different temperatures. *Food Sci Technol Campinas*, 33(4), 652-659.
- Shah, N.P., Ding, W.K., Fallourd, M.J., and Leyer, G., (2010). Improving the stability of probiotic bacteria in model fruit juices using vitamins and antioxidants. *Journal of Food Science*, 75(5), 278-282.
- Sheehan, V.M., Ross, P., and Fitzgerald, G.F., (2007). Assessing the acid tolerance and the technological robustness of probiotic cultures for fortification in fruit juices. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8, 279-284.
- Sohail, A., Turner, M.S., Prabawati, E.K., Coombes, A.G.A., and Bhandari, B., (2012). Evaluation of *Lactobacillus rhamnosus* GG and *Lactobacillus acidophilus* NCFM encapsulated using a novel impinging aerosol method in fruit food products. *International Journal of Food Microbiology*, 157, 162-166.
- Terpou, A, Papadaki, A., Lappa, I.K., Kachrimanidou, V., Bosnea, L.A., and Kopsahelis, N., (2019). Probiotics in food systems: significance and emerging strategies towards improved viability and delivery of enhanced beneficial value. *Nutrients*, 11, 1-32.
- Toker, O.S., Dogan, M., Ersöz, N.B., and Yilmaz, M.T., (2013). Optimization of the content of 5-hydroxymethylfurfural (HMF) formed in some molasses types: HPLC-DAD analysis to determine effect of different storage time and temperature levels. *Industrial Crops and Products*, 50, 137-144.
- Tounsi, L., Karra, S., Kechaou, H., and Kechaou, N., (2017). Processing, physico-chemical and functional properties of carob molasses and powders. *Food Measurement*, 11, 1440-1448.
- Tounsi, L., Ghazala, I., and Kechaou, N., (2019). Physicochemical and phytochemical properties of Tunisian carob molasses. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14, 20-30.
- Turhan, E.U, Erginkaya, Z., Polat, S., and Özer, E.A., (2014). Design of probiotic dry fermented sausage (sucuk) production with microencapsulated and free cells of *Lactobacillus rhamnosus*. *Turk J Vet Anim Sci*, 41, 598-603.
- Ying, D., Schwander, S., Weerakkody, R., Sanguansri, L., Gantenbein-Demarchi, C., and Augustin, M.A., (2013). Microencapsulated *Lactobacillus rhamnosus* GG in whey protein and resistant starch matrices: Probiotic survival in fruit juice. *Journal of Functional Foods* 5, 98-105.