

PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİNDE SOYA SÜTÜ KULLANIMININ YOĞURDUN KİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

THE EFFECT OF UTILIZATION OF SOY MILK IN PROBIOTIC YOGHURT PRODUCTION ON CHEMICAL AND SENSORIAL PROPERTIES OF YOGHURT

Fatih ÖZBEY¹, Ali TOPÇU², İlbilge SALDAMLİ²

¹Ahi Evran Üniversitesi, Kaman Meslek Yüksekokulu, Kırşehir

²Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

ÖZET: Bu araştırmada inek sütü ve soya sütü belirli oranda karıştırılarak probiyotik yoğurt üretilmiştir. Çalışmada kullanılan soya sütü laboratuvar koşullarında Cornell yöntemi kullanılarak soya fasulyesinden su ekstraksiyonu yolu ile elde edilmiştir. Gerçekleştirilen duyu analizler sonucunda üretimde kullanılacak olan soya sütü ve inek sütü oranı ile starter kültür kombinasyonları belirlenmiş ve üç tip (K1, K2 ve P) yoğurt üretilmiştir. Üretilen bu üç tip yoğurt örneklerine depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde kimyasal ve duyu analizler uygulanmış, elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak da değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda probiyotik yoğurtların proteoliz düzeylerinin standart yoğurt starterleri kullanılarak üretilen yoğurtlara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Yoğurt örnekleri duyu özellikleri açısından değerlendirildiğinde ise soya sütü probiyotik yoğurtların toplam puanlarının inek sütünden üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin puanlarına yakın olduğu bulunmuştur. Ayrıca soya sütü probiyotik yoğurt örneklerinin kabul edilebilirlik oranlarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen tüketici panelinde de %80 gibi yüksek bir oranda “sevilerek tüketilebilir” sonucu ortaya çıkmıştır. Üretilen soya sütü probiyotik yoğurtların tamamında *L. acidophilus*'un terapötik etki gösterebildiği sınırının korunduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Yoğurt, probiyotik yoğurt, soya sütü, *Lactobacillus acidophilus*, tirozin.

ABSTRACT: In this study, probiotic yoghurt was produced by mixing cow milk and soymilk in certain ratios. The soymilk used was obtained by means of *in vitro* water extraction from soybeans through the Cornell method. As a result of sensory tests the mixing ratios of cow milk and soymilk and the starter culture combinations were ascertained, and three types of yoghurt (K1, K2, and P) were produced. The sensory and chemical tests were applied to these three types of yoghurt samples at the 1st, 7th, and 14th days of storage, and the results were evaluated statistically.

In the evaluation of yoghurt samples from the standpoint of sensory properties, it was found that the total points for soymilk-based probiotic yoghurts were similar to those for milk-based ones. In addition, the result of “enjoyably consumable” in a high rate such as 80% was arisen out also in the consumers’ panel carried out for the aim to determine the ratio of acceptability of soymilk-based probiotic yoghurt samples. The highest value of proteolysis was, from the values of tyrosine viewpoint, ascertained in probiotic yoghurt samples. From an acceptability viewpoint, it was decided that this situation was compatible with the flavor points given by the panelists during sensory test of products, and it has been evaluated that the limit of which *L. acidophilus* exhibited therapeutic effect was preserved in all samples of soymilk-based probiotic yoghurt.

Keywords: Yoghurt, probiotic yoghurt, soymilk, *Lactobacillus acidophilus*, tyrosin

GİRİŞ

Fermentasyon teknikleri sütün raf ömrünün uzatılmasında bilinen ve kullanılan en eski ve yaygın bir yöntemdir. Süt ürünlerinin toplam tüketimi içerisinde fermente süt ürünlerinin aldığı pay her geçen gün artmaktadır. Bu artışın etkisiyle fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılan katkı yelpazesinde de değişiklikler ve artışlar olmaktadır.

¹ E-posta: gfatih@gazi.edu.tr

Günümüzde bilinçli tüketicilerin gıda seçimlerinde ürünün besleyici rolünün yanı sıra koruyucu ve tedavi edici özelliklerinin de etkili olduğu bilinmektedir. Fonksiyonel gıdaların üretiminde kullanılan probiyotikler tüketicinin bağırsak mikroflorasının dengesini geliştirmek amacıyla katılan mikrobiyal katkılardır (1). Kullanılan probiyotikler teknolojik açıdan ürünlerin tat-koku ve yapı gibi tüketici tercihinde önemli rol oynayan özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir. Bunlar raf ömrü süresince üründe ve tüketim sonrasında tüketicinin bağırsak sistemi içerisinde de canlılıklarını sürdürerek bağırsak florasında etkin konuma geçmekte ve istenmeyen mikrofloranın gelişmesini engellemektedir (1).

Soya sütü, soya fasulyesinden su ekstraksiyonu ile elde edilen, kendine has aroması olan, Uzakdoğu kökenli bir içecek türüdür. Konvansiyonel yöntemle üretilen soya sütlerindeki belirgin fasulyemsi tat ve koku günümüzde uygulanan modern teknikler sayesinde giderilmiştir. Soya sütü bileşimi % 3,6 protein, % 2,0 yağ, % 2,9 karbonhidrat, 15 mg/100 g Ca 49 mg/100 g P, 1,2 mg/100 g Fe olarak belirtilmektedir. Ayrıca yapısında laktoz bulunmaması nedeniyle laktoz intolerans olan kişiler tarafından tüketilmesinde de bir sakınca bulunmamaktadır (2).

Bu çalışma ile sağlık açısından çok önemli işlevleri olan yoğurdun üretiminde probiyotik mikroorganizma kullanılarak fonksiyonelliğin artırılması ve bu özelliklere antikanserojen etkisinin de olduğu bilinen soya sütü ilavesi ile daha da işlevsellik kazandırılması amaçlanmıştır (5, 12). Araştırmada yoğurt üretiminde soya sütü kullanımının yol açabileceği ve ürünün teknolojik özelliklerine yansıtacak olan olası diğer etkileri de ortaya konmaya çalışılmıştır. Probiyotik yoğurt üretiminde soya sütünden yararlanılmasında ekonomik faktörlerin yanı sıra beslenme yetersizliklerinden dolayı ortaya çıkabilecek problemlerin giderilebilmesinde de kullanılabilir alternatif bir gıda arayışı rol oynamıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmada materyal olarak kullanılan çiğ süt Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Atatürk Orman Çiftliği Süt ve Mamulleri Fabrikası'ndan sağlanmıştır. Araştırmada kullanılan soya sütü Ankara piyasasından satın alınan soya fasulyelerinden su ekstraksiyonu (Cornell) yöntemi kullanılarak elde edilmiştir (2). Yoğurt üretiminde kullanılan sterilize soya sütlerinden kaynaklanan renk esmerleşmesinin önlenmesi amacıyla, yöntemin sterilizasyon olan ısı işlemi pastörizasyon olarak modifiye edilmiştir.

Araştırmada Wisby ve Chr-Hansen firmalarından sağlanan kültürler kullanılarak standart yoğurt ve probiyotik yoğurt üretimleri gerçekleştirilmiştir. Bahçivan Gıda Sanayi A.Ş. firmasından sağlanan A sınıfı yağsız süttozu kurumadde standardizasyonu sağlamak amacıyla yoğurda işlenecek sütlere ilave edilmiştir.

Yöntem

Çalışmada kullanılacak soya sütü - inek sütü oranları ile kültür kombinasyonlarının belirlenmesi amacıyla bir seri ön deneme gerçekleştirilmiştir. Yapılan ön denemelerdeki duyu analizi sonuçlarına dayanarak örnekler içerisinde %15 soya sütü + %85 inek sütü oranlarının hammadde olarak tercih edilmesine karar verilmiştir. Yoğurt üretimlerinde ise; probiyotik kültür olarak Lb.Acid 145 (Wisby) ve set tipi kültür olarak da %50 Jogurt V1 + %50 YCX-11 (Wisby ve Chr-Hansen) karışımının kullanılması uygun görülmüştür.

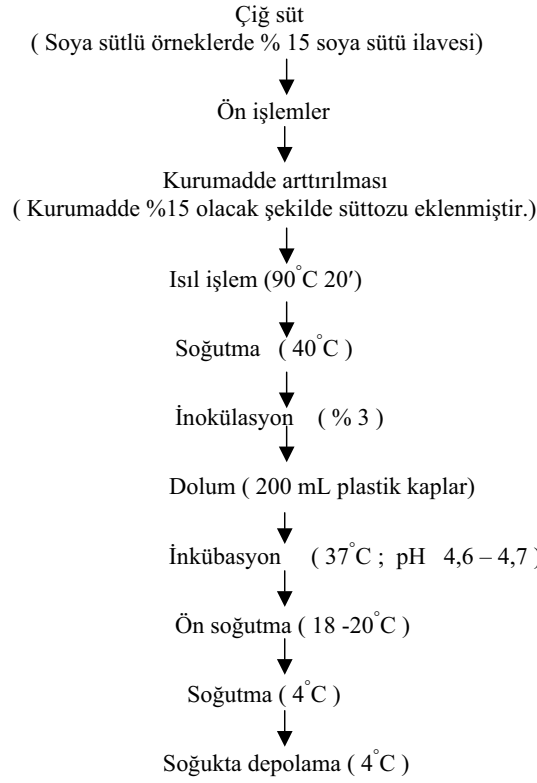
Yoğurt üretimi

Yoğurt üretimi klasik yöntem ile H.Ü. Pilot tesislerinde gerçekleştirilmiştir. Yoğurt üretim basamakları Şekil 1'de, üretilen yoğurtların kodları ve içerikleri ise Çizelge 1.'de verilmiştir.

Üretim iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Yoğurt örneklerine uygulanan analizler

Yoğurt örneklerine titrasyon asitliği (3), organik asit (4), şeker analizleri (4), tirozin Hull 1947 ve *L. acidophilus* sayılarının saptanabilmesi için de bileşenlerinden laboratuvar koşullarında hazırlanan MMRS agar besiyeri



Şekil 1. Yoğurt üretim akım şeması (14, 15, 16)

Çizelge 1. Araştırmada üretilen yoğurt tipleri, üretimde kullanılan hammadde ve kültürler

| Yoğurt kodları | Üretimde kullanılan hammadde ve kültür tipleri |
|----------------|--|
| K1 | %100 İnek sütü %100 Set tipi kültür |
| K2 | %100 İnek sütü %75 Lb.Acid 145 + %25 Set tipi kültür |
| P | %85 İnek sütü + %15 Soya sütü %75 Lb.Acid 145 + %25 Set tipi kültür |

kullanılmıştır. Ayrıca dilüsyon sıvısı olarak da tamponlanmış peptonlu su kullanılmıştır. İnkübasyon sonunda anılan selektif besiyerinde üreyen koloniler sayıma alınmış ve sonuçlar dilüsyon faktörü ile çarpıldıktan sonra log (kob/g) olarak belirlenmiştir. (5). Tüm analizler iki paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

Yoğurt ve soya sütü örneklerinin HPLC analizleri için 10 mL örnek, 10 mL deiyonize su ile karıştırılmış, daha sonra 10.000 rpm santrifüj edildikten sonra 0.45 µm selüloz asetat filtresinden süzülmüştür. Örnekler böylece HPLC analizi için hazır hale getirilmiştir.

Analizlerde P4000 quaternary pompalı AS3000 autosampler ve spectra sistem SCM1000 Thermofinnigan HPLC sistemi kullanılmıştır. Şeker analizleri 150 model refraktif indeks dedektör kullanılarak

gerçekleştirilmiştir. Kromatografik ayırimda Phenomenex Luna NH₂ kolonda (4,6 mm ID x 250 mm, 5 µm) gerçekleştirilmiştir. Taşıyıcı faz olarak %75 asetonitril ve %25 su kullanılmıştır. Kolon sıcaklığı 40°C'ye, dedektör duyarlılığı 8x ve enjeksiyon miktarı da 20 µL ve akış hızı da 1 mL/dak. olarak ayarlanmıştır (4).

Organik asit analizinde Phenomenex Luna C18 kolon (4,6 mm x 250 mm, 5 µm) ve taşıyıcı faz olarak 0.1M KH₂PO₄ (pH 2.4) tamponu kullanılmıştır. Kromatografik ayırım 0,5 mL/dak. akış hızında ve 30°C kolon sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Ölçümler 214 nm'de PDA (Photo Diode Array) dedektörde yapılmıştır (4).

Duyusal analizler

Rasic ve Kurman (6), tarafından geliştirilen puantaj sistemine göre H.Ü. Gıda Mühendisliği öğretim üyelerinden oluşturulan 6 kişilik panelist grubu ile yapılmıştır. Ayrıca örneklerin duyuusal değerlendirilmesinde direk tüketici beğenisini yansıtan Hedonik Değerlendirme yöntemi ile bir değerlendirme yapılmıştır. Bu amaçla oluşturulan 10 kişilik farklı bir panelist grubu tarafından yoğurt örnekleri, "Sevilererek tüketilebilir", "Tüketilebilir" ve "Tüketilemez" şeklinde değerlendirilmiştir.

İstatistiksel değerlendirmeler

Yoğurt örneklerinin istatistiksel değerlendirmesinde iki faktörlü tesadüfi bloklar deneme deseni kullanılmıştır. Varyans analizinde önemli çıkan faktörlerin ortalamaları LSD (En küçük önemli fark - Least significant difference) testi ile karşılaştırılmıştır. Bu amaçla SPSS sürüm 9,0 istatistik paket programı kullanılmıştır (7).

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Örneklere ait titrasyon asitliği değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Kaliteli bir yoğurdun tat-koku profilini oluşturan etmenler arasında titrasyon asitliği de yer almakta ve bu değerlerin belirli sınırlar içerisinde kalması gerekmektedir. Laktik asit, fermente süt ürünlerinde karakteristik olarak bulunan bir organik asit olup, ürünün kendine özgü tat-kokusu ile yapısının oluşmasında, tüketici tercihinde ve ürünün raf ömründe önemli rol oynamaktadır. Çalışmada üretilen kontrol ve soya sütlü probiyotik yoğurt örneklerinde TS 1330'da verilen laktik asit sınır değerlerin içinde kaldığı gözlenmiştir.

Çizelge 2. Yoğurt örneklerinin titrasyon asitlikleri

| Yoğurt örnekleri | Titrasyon asitliği (%L.A.)* | | |
|------------------|-----------------------------|----------------|----------------|
| | 1. Gün | 7. Gün | 14. Gün |
| K1 | 0,995 ± 0,12 a | 1,163 ± 0,32 b | 1,195 ± 1,02 d |
| K2 | 0,982 ± 0,51 a | 1,214 ± 0,30 c | 1,296 ± 0,85 e |
| P | 1,005 ± 0,15 a | 1,157 ± 0,24 b | 1,288 ± 0,55 e |

* Sonuçlar iki tekrür ve paralel çalışmaların ortalamalarıdır.

** Aynı harfle belirtilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur (p <0,05) LSD.

Örneklerin titrasyon asitliği değerlerinin başlangıç ve depolama periyodu boyunca normal bir artış eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Depolama periyodunun ve örnek değişkeninin titrasyon asitliği üzerine etkisi önemli bulunmuştur (p<0,05). Örnekler arasındaki fark incelendiğinde; 1. günde örnekler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (p>0,05). 7. günde K2, K1 ve P örnekleri arasındaki fark ile 14. günde K1, K2 ve P örnekleri arasındaki farkın önemli olduğu (p<0,05) saptanmıştır.

Son dönem için örnekler birbirleriyle karşılaştırıldığında en yüksek titrasyon asitliğine sahip olan yoğurtların *L. acidophilus* içeren örnekler olduğu belirlenmiştir. Anılan örneklerde titrasyon asitliğinin yüksek olmasının nedeninin laktöz hidrolizasyonunu gerçekleştiren -galaktozidaz aktivitesinin *L. acidophilus*'da fazla olması gösterilebilir.

Sütteki kazeinin parçalanma ürünlerinden olan aminoasitler laktik starterlerin gelişmelerinde etkin rol oynamaktadırlar. Rasic ve Kurman (6), tarafından soğukta depolama sırasında üründeki serbest aminoasit içeriğinin arttığı bildirilmiştir. Proteoliz sonucu oluşan parçalanma ürünlerinin yoğurt aroması üzerine olumsuz etki yaratabildiği belirtilmiş ve parçalanma düzeyinin belirlenmesinde yararlanılan tirozin değerinin 0,5 mg/5mL'den fazla olduğunda üründe bozuk tat-kokunun ortaya çıktığı açıklanmıştır (5). Örneklerin tirozin içerikleri standart hataları ile birlikte Çizelge 3.'de verilmiştir.

Çizelge 3. Yoğurt örneklerinin tirozin içerikleri

| Yoğurt örnekleri | Tirozin (mg/g)* | | |
|------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | 1. Gün | 7. Gün | 14. Gün |
| K1 | 0,0731 ± 0,0025 a | 0,0925 ± 0,0016 b | 0,0985 ± 0,0009 b |
| K2 | 0,0658 ± 0,0032 a | 0,0842 ± 0,0019 b | 0,1222 ± 0,0020 c |
| P | 0,0808 ± 0,0017 ab | 0,0891 ± 0,0033 b | 0,1461 ± 0,0034 d |

* Sonuçlar iki tekrür ve paralel çalışmaların ortalamalarıdır.

** Aynı harfle belirtilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur (p <0,05) LSD.

Yapılan araştırmalarda *L. acidophilus* kullanılarak üretilen yoğurtların proteoliz düzeylerinin standart yoğurt starterleri kullanılarak üretilen yoğurtlara göre daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Tirozin değerlerinin bütün depolama süreci göz önüne alındığında da soya sütlü ürünlerde en yüksek değerde olduğu saptanmıştır. Lee ve ark. (8) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada inek sütü kullanılarak üretilen yoğurtların tirozin değeri 1,31 g/100g olarak saptanırken soya sütü içeren örneklerdeki miktarın 1,88 g/100g – 1,98 g/100g aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Jimenez ve Sanchez (9) tarafından gerçekleştirilen diğer bir araştırmada da soya sütü ile üretilen yoğurtların proteoliz düzeylerinin yüksek olduğu ancak bu durumun soya tat-kokusunu maskeleyemeye yardım edecek düzeylerin üzerine çıkmadığını bildirmişlerdir.

Elde edilen analiz sonuçlarına göre depolama süreci boyunca K1, K2 ve P örneklerinde tirozin miktarlarında farklı düzeylerde artışlar gözlemlenmektedir. Fermente süt ürünlerinin üretimi ve depolanması sırasında proteolizin arttığı birçok araştırmacı tarafından da belirtilmektedir. Araştırmada örneklerin tirozin değerlerinin de bu konuda yapılan çalışmalara uyumlu bir şekilde değiştiği gözlenmiştir.

Örneklerdeki laktöz içeriğinin fermantasyon süresince beklenen bir şekilde azaldığı ve buna paralel olarak da glukoz + galaktoz miktarında da sayısal olarak bazı artışlar olduğu saptanmıştır. Soya sütlü probiyotik yoğurt örneklerindeki laktöz hidroliz miktarının ise kontrol örneklerine göre daha düşük düzeylerde seyrettiği belirlenmiştir. Soya sütü içeriğinde bulunan sakarozda da depolama süresince bir azalma söz konusudur. Yoğurt örneklerinin şeker ve organik asit içerikleri Çizelge 4'de verilmiştir.

Soya sütünün temel oligosakkarit bileşenleri olan rafinoz ve stokiyoz'un miktarı ise soya sütü üretim koşullarına bağlı olarak farklı seviyelerde olabilmektedir. Anılan oligosakkaritlerin de fermantasyonun ilk gününde tamamının üründeki starter kültürler tarafından kullanıldığı saptanmıştır (Çizelge 4).

Sonuçların istatistiksel değerlendirmesinde ise depolama ve örnek değişkeninin örneklerin şeker içeriğine etkisi önemli bulunmuştur (p<0,05). Depolama süresinin tamamında P örneği ile K1 ve K2 arasındaki

Çizelge 4. Yoğurt örneklerinin şeker ve organik asit içerikleri

| | | Örneklerdeki miktarlar (mg/g)* | | | | | | |
|-----------|----|--------------------------------|---------|----------|---------|-------------------|-------------|-------------|
| | | Oligosak. | Laktoz | Sakkaroz | Fruktoz | Glukoz + Galaktoz | Laktik asit | Sitrik asit |
| 1. Gün | K1 | - | 47,03 a | - | - | 7,0478 a | 16,51 a | 0,95 a |
| | K2 | - | 47,31 a | - | - | 6,6968 b | 17,05 b | 0,74 b |
| | P | - | 37,47 b | 0,8438 a | - | 6,7677 b | 17,84 c | 0,36 c |
| 7. Gün | K1 | - | 45,22 c | - | - | 7,9378 c | 18,89 d | 0,98 a |
| | K2 | - | 44,33 c | - | - | 7,6058 d | 18,34 e | 0,66 b |
| | P | - | 36,95 d | 0,8211 a | - | 6,8028 b | 18,02 c | 0,34 c |
| 14. Gün | K1 | - | 42,12 e | - | - | 8,7857 e | 19,62 f | 0,97 a |
| | K2 | - | 41,96 e | - | - | 8,6296 e | 19,93 g | 0,68 b |
| | P | - | 34,40 f | 0,8032 a | - | 6,9436 b | 18,03 c | 0,30 c |
| Soya Sütü | | 0,95 | - | 6,030 | 0,425 | 0,070 | - | 0,14 |

* Sonuçlar iki tekrür ve paralel çalışmaların ortalamalarıdır.

** Aynı harfle belirtilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur (p < 0,05) LSD.

istatistiksel farklılık önemli bulunurken (p<0,05), Depolama süresince K1 ve K2 arasındaki farklılığın önemsiz olduğu saptanmıştır (p>0,05).

Araştırmada elde edilen sonuçların bu konuda yapılan farklı çalışmalarla paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Lee ve ark. (8), süt ve soya sütü esaslı yoğurt örneklerinin kimyasal ve duyuşal niteliklerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, %5 serum proteini + soya sütü esaslı yoğurt örneklerinde şeker konsantrasyonlarını glukoz + galaktoz 16,3 mg/g laktoz, 5,8 mg/g rafinoz, 0,64 mg/g ve stokiyoz 3,33 mg/g olarak belirlemişlerdir. Aynı çalışmada süt esaslı yoğurda ait şeker değerleri de; glukoz +galaktoz 34,2 mg/g ve laktoz 56 mg/g olarak saptanırken rafinoz ve stokiyoz'a ise rastlanmamıştır. Soya sütü fermentasyonun incelendiği bir diğer çalışmada *S. thermophilus* ile fermentasyona tabi tutulan soya sütlerinde 32 saatlik fermentasyon sonrasında oligosakkaritlerin ve fruktozun tamamen parçalandığı belirtilmiştir. Aynı çalışmada soya sütlerinin sakkaroz içeriğinin de 11,53 mmol/L olduğu bildirilmiştir (10).

Lee ve ark. (8), süt ve soya sütü esaslı yoğurt örneklerinin kimyasal ve duyuşal niteliklerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, süt esaslı yoğurda ait organik asit konsantrasyonlarını sitrik asit 1,40 mg/g, laktik asit 16,22 mg/g ve asetik asit 0,11 mg/g olarak saptanmıştır. %5 serum proteini + soya sütü esaslı yoğurt örneklerindeki organik asit değerleri ise; sitrik asit 1,63 mg/g ve laktik asit 10,24 mg/g olarak bildirilmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre laktik asit değerleri K1 ve K2 yoğurtlarında 16,51 mg/g – 19,93 mg/g arasında değişirken bu durum soya sütlü örneklerde 17,84 mg/g – 18,03 mg/g değerleri arasında bulunmuştur. Örneklerin 14. gün laktik asit içeriklerindeki yükselmeler duyuşal analizler sırasında panelistler tarafından belirtilen değerlendirmelerle de uyum içindedir.

Araştırmada elde edilen sonuçların istatistiksel değerlendirmesinde ise depolama ve örnek değişkeninin laktik asit düzeyi üzerine etkisi önemli bulunmuştur (p<0,05). Sitrik asit miktarı üzerine örnek değişkeninin etkisi önemli bulunurken depolamanın etkisinin önemsiz olduğu saptanmıştır (p>0,05). Laktik asit miktarlarının örnekler arası farklılıklarının incelenmesinde ise 1., 7. ve 14. günler arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0,05). Ayrıca örnekler arasındaki farkın bütün gruplar için önemli olduğu saptanmıştır (p<0,05).

Soya sütü ile üretilen yoğurtların incelendiği bir çalışmada laktik asit miktarlarının soya sütlü örneklerde daha düşük düzeylerde bulunduğu bildirilmektedir (8). Granata ve Morr (11) tarafından yapılan bir çalışmada yoğurtlardaki laktik asit konsantrasyonunun ve tüketilebilirliğinin, depolama süresince düşük düzeylerdeki

sineresiden önemli ölçüde etkilendiğini bildirmişlerdir. Yalnızca soya sütü ile üretilen yoğurtların laktik asit düzeylerinin inek sütü ile üretilen yoğurtlara göre çok düşük değerlerde olduğunu buna karşılık soya sütüne süt tozu gibi katkıların katılması ile laktik asit düzeyinin standart yoğurt düzeylerine çıktığı bildirilmiştir.

Soya sütlü yoğurtta probiyotik kültür olarak kullanılan *L. acidophilus* sayısının K2 kontrol grubu ve P soya sütlü örneklerde depolama sürecinde arttığı gözlenmiştir. P kodlu örnekteki *L. acidophilus* değeri depolama sürecinin tamamında K2 kontrol grubuna göre yüksek olarak saptanmıştır (Çizelge 5). Bunun nedeni, soya sütü bileşiminde bulunan oligosakkaritlerin probiyotik kültürlerin aktivitesini depolama periyodu boyunca pozitif yönde etkilemesi olabilir. Yapılan istatistiksel değerlendirmede, depolama periyodunun ve örnekler arasındaki farkın önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$).

Valdez ve Giori (12) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada *L. acidophilus*'un gıda aracılığıyla taşınması ve depolama stabilitesi incelenmiştir. Çalışmada inek sütü ve soya sütü örnekleri *L. acidophilus* ve *S. thermophilus* inokülasyonu sonrasında 4 saat süre ile 37°C'de inkübasyon gerçekleştirilmiştir. Inkübasyon sonrasında ve depolama periyodunda *L. acidophilus* sayısının soya sütü örneklerinde, inek sütü örneklerine göre daha yüksek düzeylerde olduğu saptanmıştır.

L. acidophilus'un terapötik etki gösterebilmesi için üründeki canlı hücre sayısının minimum 5,0 – 6,0 log(kob/g) olması gerektiği vurgulanmaktadır (13). Bütün örneklerde ve depolama süresince anılan bu sınırın korunduğu görülmektedir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Deneme üretiminde yoğurt örneklerinde *L. acidophilus* sayım sonuçları

| Gün | <i>L. acidophilus</i> [log(kob/g)]* | |
|-----|-------------------------------------|---------------|
| | K2 | P |
| 1 | 8,35 ± 0,07 a | 8,42 ± 0,08 a |
| 7 | 8,46 ± 0,06 a | 8,85 ± 0,09 b |
| 14 | 8,97 ± 0,08 b | 9,07 ± 0,09 b |

* Sonuçlar iki tekrerrir ve paralel çalışmaların ortalamalarıdır.

** Aynı harfle belirtilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur ($p < 0,05$) LSD.

Duyusal analiz sonuçları

Süt ve süt ürünlerinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerin yanı sıra tüketici beğenisini ortaya koyması açısından duysal analizlerin de önemi büyüktür. Yoğurt örnekleri duysal özellikleri açısından değerlendirildiğinde soya sütlü probiyotik yoğurtların toplam puanlarının inek sütünden üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin puanlarına yakın olduğu bulunmuştur. P kodlu örneklerin kabul edilebilirlik oranlarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen panelde bu örneklerin %80 gibi yüksek bir oranda sevilerek tüketilebilir olduğu sonucuna varılmıştır. Örneklerin duysal puanları Çizelge 6'da verilmiştir.

Granata ve Morr (11) tarafından gerçekleştirilen ve soya sütü esaslı yoğurt üretiminde kazeinat, kazein hidrolizati ve serum protein hidrolizati katkısının yoğurt kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada %0,25 sodyum kazeinat içeren soya sütü örneğinden üretilen yoğurtların duysal açıdan kontrol yoğurtlarına en yakın değerlere sahip olduğu bildirilmiştir. Lee ve ark. (8) tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada da soya sütüne %5 serum proteini hidrolizati, %5 yağsız süttozu eklenerek üretilen yoğurtların renk ve fiziksel özellikler açısından kabul edilebilirliklerinin yüksek oldukları ancak tat-koku açısından geliştirilebilmesi için yeni çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulduğu bildirilmiştir.

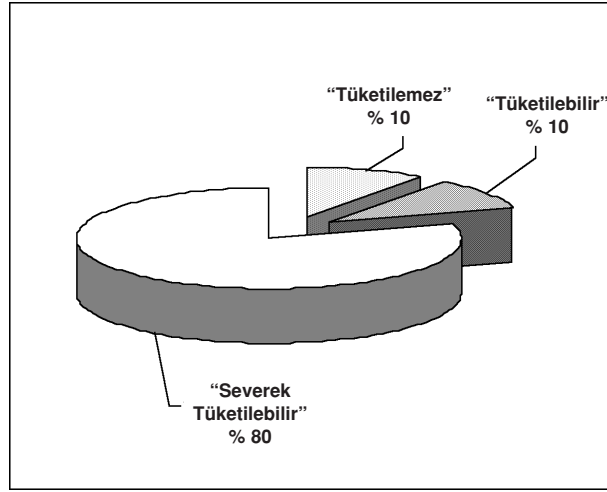
Çizelge 6. Yoğurt örneklerinin duyuusal nitelikleri

| | | Görünüş | Kıvam | Koku | Tat | Toplam |
|-----------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Tam Puan | | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 20,00 |
| Örnek | Gün | | | | | |
| K1 | 1 | 5,00 a | 4,75 a | 4,95 a | 4,33 a | 19,03 a |
| | 7 | 4,66 b | 4,75 a | 4,92 a | 3,75 b | 18,08 b |
| | 14 | 4,96 a | 4,63 b | 4,71 b | 4,13 a | 18,43 c |
| K2 | 1 | 4,67 b | 4,34 c | 4,63 b | 4,58 c | 18,22 b |
| | 7 | 4,25 c | 3,83 d | 4,75 b | 3,75 b | 16,58 d |
| | 14 | 4,63 b | 4,38 c | 4,67 b | 3,75 b | 17,43 e |
| P | 1 | 4,62 b | 4,55 bc | 4,74 b | 4,21 a | 18,12 b |
| | 7 | 4,55 b | 4,45 c | 4,44 c | 4,58 c | 18,02 b |
| | 14 | 4,46 b | 4,25 c | 4,24 c | 4,20 a | 17,15 f |

* Sonuçlar iki tekrerrür ve paralel çalışmaların ortalamalarıdır.

** Aynı harfle belirtilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur (p <0,05) LSD.

Panelistler soya sütlü probiyotik yoğurtların duyuusal açıdan kabul edilebilirliklerinin yüksek olduğunu (Şekil 2) ve soya tadının da maskelenmiş olduğunu belirtmişlerdir. Soya sütlü probiyotik yoğurtların fonksiyonel özelliklerinin tüketici tarafından bilinmesinin de anılan ürünün " **kabul edilebilir**"liğini olumlu yönde etkilediği saptanmıştır.



Şekil 2. Soya sütlü probiyotik yoğurt örneklerinin hedonik değerlendirme sonuçları

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Elde edilen sonuçların ışığında bu çalışmada terapötik etkiye sahip ve tüketici tarafından kabul edilebilirliği yüksek olan soya sütlü probiyotik yoğurt üretimi esasları ve ürünün temel özellikleri ortaya konmuştur. Bu sonuçlar anılan ürünün 10 günlük bir raf ömrü içinde teknolojik ve mikrobiyolojik kalitesini kaybetmeksizin beğeni ile tüketilebileceğini de ortaya koymaktadır.

Ülkemiz tüketicilerinin yeni yeni bilinçlenmeye başladığı günümüzde fonksiyonel ürünlerin tanıtılması ve tüketicilere kabul ettirilmesinde süt ve süt ürünlerinden faydalanılmasının önemli olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca ülkemiz gıda sektörünün fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesi yönünde çalışmalarının desteklenmeye ihtiyacı bulunmaktadır. Bu amaçla desteklenecek en temel grubun süt sektörü olduğunu ve soya sütünün de potansiyel ikinci bir kaynak olarak geleneksel bir ürün olan yoğurt üretiminde değerlendirilebileceğini vurgulamak isteriz. Dileğimiz bu alanda çalışacak sanayicilere verilerimizin ışık tutmasıdır.

KAYNAKLAR

1. Saldamli İ. 1998. Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 527p.
2. Liu K. 1997. Soybeans Chemistry, Technology and Utilization, International Thomson Publishing Capman and Hall, USA, 532p.
3. Anonim 1999. T.S.E. Yoğurt Standardı (TS 1330). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
4. Hou WJ, Yu CR, Chou CC. 2000. Changes in Some Components of Soymilk During Fermentation with Bifidobacteria, Food Research International, 33, 393-397.
5. Özbaşı YZ. 1991. Acidophilus'lu Yoğurt Üretim Teknikleri, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 207s.
6. Rasic JL, Kurmann JA. 1978. Yoghurt Volume I, Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, 466p.
7. Efe E, Bek Y, Şahin M. 2000. SPSS'te Çözümleri ile İstatistik Yöntemler II, T.C.Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Yayınları Merkezi, Yayın No 10, Kahramanmaraş.
8. Lee YS, Morr VC, Seo A. 1990. Comparison of Milk-Based and Soymilk-Based Yogurt, Journal of Food Science, 55, (2), 532-536.
9. Jimenez MC, Sanchez HH. 2003. Production of a Yoghurt-like Product From Lupinus Campestris Seeds, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 515-522.
10. Wang CY, Yu CR, Yang YH, Chou CC. 2003. Sugar and Acid Contents in Soymilk Fermented with Lactik Acid Bacteria Alone or Simultaneously with *Bifidobacteria*, Food Microbiology, 20, 333-338.
11. Granata AL, Morr CV, 1996. Improved Acid, Flavor and Volatile Compound Production in a High Protein and Fiber Soymilk Yoghurt-like Product, Journal of Food Science, 61, 2, 331-336.
12. Valdez de FG, Giori de SG, 1993. Effectiveness of Soy Milk as Food Carrier for *Lactobacillus acidophilus*, *Journal of Food Protection*, 56, (4), 320-322.
13. Shimakawa Y, Matsubara S, Yuki N. 2003. Evaluation of *Bifidobacterium breve* strain Yakult-fermented Soymilk as a Probiotic Food, International Journal of Food Microbiology, 81, 131-136.
14. Tamime YA, Robinson KR. 1989. Yoghurt Science and Technology, Pergamon Press plc., UK, 431p.
15. Walstra P, Geurts JT. 1999. Dairy Technology, Marcel Decker Inc.USA,726p.
16. Anonim. 2000. Wisby, Starter Culture and Media Guide, Türker Endüstri Teknik. İstanbul.