



YOĞURT SUYU KULLANIMININ YAĞSIZ AYRANIN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Nazlı KANCA*

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Dışkapı, Ankara, Türkiye

Geliş/Received: 23.09.2024; Kabul /Accepted: 06.11.2024; Online baskı /Published online: 15.11.2024

Kanca, N. (2024). Yoğurt suyu kullanımının yağsız ayranın bazı özellikleri üzerine etkisi. GIDA (2024) 49 (6) 1126-1137 doi: 10.15237/ gida.GD24097

Kanca, N. (2024). Effect of yoghurt whey use on some properties of nonfat ayran. GIDA (2024) 49 (6) 1126-1137 doi: 10.15237/ gida.GD24097

ÖZ

Bu çalışmada, süzme yoğurt üretiminden elde edilen yoğurt suyu (YS), ayran üretiminde, sütün seyreltilmesinde kullanılan içme suyunun %0, %6, %12.5 ve %25'i yerine ilave edilmiş ve ayranların 14 günlük depolama süresince bazı özellikleri incelenmiştir. YS ilavesi ile örneklerin toplam kurumadde içerikleri ve titrasyon asitliği değerleri artmış, yağ, protein, kül içerikleri ve pH değerleri ise değişmemiştir. YS'nin kıvam indeksi değerlerini artırdığı, serum ayrılması değerlerini ise azalttığı belirlenmiştir. Renk özelliklerinden a* değeri, YS ilavesi ile azalmış, L* ve b* değerlerinde ise farklılık görülmemiştir. Örneklerin tamamının depolama süresince 10⁷ kob/ml'nin üzerinde laktik asit bakteri içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre, ayranlar arasında görünüş, renk ve koku özellikleri bakımından farklılık görülmemiş, kıvam ve tat özellikleri bakımından ise en yüksek puanları en yüksek YS içeriğine sahip örnek almıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, ayran üretiminde YS kullanımının uygun olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Ayran, fermente içecek, renk, serum ayrılması, süzme yoğurt, yoğurt suyu

EFFECT OF YOGHURT WHEY USE ON SOME PROPERTIES OF NONFAT AYRAN

ABSTRACT

This study investigated the effects of incorporating yoghurt whey (YW) into the production of ayran by substituting portions of potable water with varying YW concentrations (0%, 6%, 12.5%, 25%) during milk dilution. The samples were evaluated over a 14-day storage period. The addition of YW significantly increased total dry matter and titratable acidity, while fat, protein, ash content, and pH remained unchanged. Furthermore, YW enhanced the consistency index and reduced phase separation. Color analysis revealed a decrease in the a* value, while L* and b* values remained unchanged. Microbial assessments confirmed that all samples maintained a lactic acid bacteria count exceeding 10⁷ cfu/ml throughout the storage. Sensory evaluation demonstrated no significant differences in appearance, color, or odor among the samples; however, the highest YW content was associated with superior scores in terms of consistency and taste. These findings suggest that the incorporation of YW into ayran production is feasible.

Keywords: Ayran, fermented beverage, color, phase separation, strained yoghurt, yoghurt whey

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉: nazli.turkmen@ankara.edu.tr

☎: (+90) 312 596 1346

☎: (+90) 312 318 2219

Nazlı Kanca; ORCID no: 0000-0002-4219-8903

GİRİŞ

Süzme yoğurt (Torba yoğurdu), yüksek besin içeriği, zengin tat ve aroma ile uzun raf ömrüne sahip olması gibi nedenlerle tüketiciler tarafından tercih edilen bir fermente süt ürünüdür (Bilir, 2023). Üretimi, son ürünün protein içeriği en az %8 olacak şekilde, sütün protein oranının standardize edilmesi veya yoğurdun serum kısmının uygun bir yöntemle uzaklaştırılması ile gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2022). Endüstriyel üretimde ultrafiltrasyon, ters osmoz ve mekanik santrifüj gibi yöntemler kullanılabilirken birlikte, ürünün geleneksel üretimi daha çok yoğurdun bez torbalardan süzülmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir (Güllü vd., 2023).

Günümüzde halen çoğunlukla geleneksel üretimle elde edilen süzme yoğurdun, süzme işlemi sonunda toplam kurumadde içeriğinin yaklaşık %30'a kadar artırılmış olması tercih edilmektedir (Bilir, 2023). Dolayısıyla, yağ içeriğine göre değişimle birlikte, yaklaşık %12-16 toplam kurumadde içeriğine sahip yoğurtlardan (Özer, 2006) süzme yoğurt üretimi gerçekleştirildiğinde, dikkate değer miktarda sıvı formda bir yan ürünün açığa çıktığını belirtmek mümkündür. Yoğurt suyu (YS) olarak isimlendirilen bu süt yan ürünü, yeşilimsi-sarı renkte, asidik ve tuzlumsu tada sahiptir (Cebeci Avunca, 2022). Elde edildiği hammadde yoğurda ve ürün işleme koşullarına göre değişen oranlarda laktoz, yağ, protein ve kül içeren YS, 3.5-4.5 pH değerine ve %0.6-1.40 laktik asit içeriğine sahip bir yan üründür (Karastamatis vd., 2022).

Yüksek besin içeriğine sahip olan YS'nin, atık olarak görülerek çevre kirliliğine sebep olmak yerine, çeşitli yöntemlerle değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Geleneksel olarak evlerde çeşitli şekillerde değerlendirilen YS'nin, asidik ve tuzlumsu bir tada ve özellikle düşük pH'ya sahip olmasından dolayı endüstriyel olarak kullanımı oldukça güçtür (Demir vd., 2009; Cebeci Avunca, 2022). Bu yan ürünün, özellikle çeşitli fırıncılık ürünlerinde kullanımı ile ilgili yapılmış çalışmalar bulunmaktadır (Demir vd., 2009; Flinois vd., 2019; Öztürk, 2020). Süt ürünlerinde kullanımı ile ilgili ise, bildiğimiz kadarıyla tek çalışma (Tongur,

2019) bulunmaktadır. Bahsedilen çalışmada, bu çalışmadan farklı olarak, öncelikle tam yağlı süt ile yoğurt üretimi gerçekleştirilmiş, ardından yoğurda, seyreltme suyunun %5, %10 ve %15'i YS olacak şekilde su ilavesi yapılarak %7 toplam kurumadde ve %1.6 yağ içeriğine sahip ayran elde edilmiştir. 21 günlük depolama süresi boyunca ayranların temel bileşimi, pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, viskozite değerleri ile maya-küf ve koliform bakteri içerikleri saptanmıştır. Çalışmada kontrol örneği bulunmadığı için, YS içeren ve içermeyen ayranların kıyaslaması yapılmamıştır. YS'nin süt ürünlerinde kullanımı ile ilgili gerçekleştirilen çalışmaların oldukça sınırlı olmasından dolayı, konu ile ilgili daha fazla araştırma gerçekleştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Bu çalışmada, YS'ye bir değerlendirme alanı yaratılabilmesinin yanı sıra, ayran üretiminde kullanılan su miktarının da azaltılmasının olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla, ayran üretiminde sütün seyreltilmesi için kullanılan içme suyu %6, %12.5 ve %25 oranında azaltılmış ve yerine YS ilavesi yapılmıştır. Ayrıca, kontrol örneği olarak YS içermeyen ayran üretimi de gerçekleştirilmiş ve ürünlerin 14 günlük depolama süresince bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. Günümüzde yağsız/ yağ içeriği azaltılmış ürünlerin tüketiciler tarafından daha fazla tercih edilmesinden dolayı, çalışmada yağsız ayran üretimi tercih edilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Yağsız Ayran Üretimi

Ayran üretiminde, %95 kurumadde içeriğine sahip yağsız sütte (Bakkalbaşoğlu Süt Ürünleri San. ve Tic. A.Ş., Niğde, Türkiye) ve piyasadan sağlanan rafine tuz kullanılmıştır. Üretimde, çeşitli özellikleri Çizelge 1'de belirtilmiş olan, yerel bir süt işletmesinden temin edilen, süzme yoğurt üretiminden elde edilen yoğurt suyu kullanılmıştır. Starter kültür olarak ise *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bakterilerini içeren YC 380 kodlu DVS kültür (Chr. Hansen, Danimarka) tercih edilmiştir.

Çizelge 1. Kullanılan yoğurt suyunun özellikleri (n=2)

Özellik Property	$\bar{x} \pm S \bar{x}$
pH	4.24±0.010
Toplam kurumadde (%) Total solid (%)	7.52±0.080
Yağ (%) Fat (%)	0.00±0.000
Protein (%) Protein (%)	0.46±0.035
Kül (%) Ash (%)	0.82±0.001
L*	18.75±0.055
a* (-)	0.48±0.025
b* (-)	0.27±0.025

Yağsız ayran üretimi için öncelikle, yağsız süttozu kullanılarak toplam kurumadde içeriği %12 olacak şekilde rekonstitüe süt hazırlanmıştır. Hazırlanan rekonstitüe süt 4 eşit kısma ayrılmış ve bunlardan birincisine kontrol örneği (K) için, %8 toplam kurumadde içeriğine sahip olacak şekilde içme suyu ilavesi yapılmıştır. Diğer üç kısım ise, kontrol örneğine ilave edilen seyreltme suyu miktarının %6'sı (A), %12.5'i (B) ve %25'i (C) yoğurt suyu, kalan kısmı içme suyu olacak şekilde seyreltilmiştir. Elde edilen karışımlara su banyosunda (Lauda, Aqualine AL 18, Lauda-Königshofen, Almanya) 85°C'de 20 dakika süre ile ısıtma işlemi uygulanmış ve ~45°C'ye soğutulmuştur. İnkübasyon için, önceden 121°C'de 2 dk steril edilmiş %10 toplam kurumadde içeriğine sahip rekonstitüe süt içerisinde 45°C'de aktifleştirilmiş kültür (%3 oranında) kullanılmıştır. İnkübasyonu takiben 45°C'de inkübasyona bırakılan örnekler, ~4.6 pH'ya ulaşıldığında inkübasyon sonlandırılmış, ardından %0.5 oranında tuz ilave edilerek ve karıştırılarak 200 ml'lik kaplara doldurulmuş ve analizleri gerçekleştirilmek üzere +4°C'de saklanmıştır.

Ayran Örneklerinin Analizleri

Temel bileşim özellikleri

Örneklerin toplam kurumadde ve kül içeriklerinin belirlenmesinde gravimetrik yöntem (Hooi vd., 2004), yağ içeriklerinin belirlenmesinde ise Gerber yöntemi (Hooi vd., 2004) kullanılmıştır. Kjeldahl

yöntemi kullanılarak örneklerin toplam azot içerikleri belirlenmiş ve 6.38 faktörü ile çarpılarak örneklerin toplam protein içerikleri hesaplanmıştır.

pH ve titrasyon asitliği değerleri

Ayranların pH değerleri Mettler Toledo marka pH metre (Zürich, İsviçre) ile ölçülmüştür. Titrasyon yöntemi kullanılarak belirlenen titrasyon asitliği değerleri, % laktik asit cinsinden hesaplanmıştır.

Reolojik özellikler ve serum ayrılması değeri

Ayranların reolojik özelliklerinin belirlenmesinde dinamik reometrik yöntem uygulanmıştır. 2 mm boşlukta, 0.1-300 s⁻¹ kayma hızı aralığında ve +4°C sıcaklıkta örneklerin kıvam indeksi (K) ile akış davranış indeksi (n) değerleri belirlenmiştir. Analiz Malvern Kinexus Pro+ (Worcestershire, Birleşik Krallık) marka reometre ile gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Power law modeli ile yorumlanmıştır (korelasyon değeri - R² ≥0.99).

Serum ayrılması değerlerinin tespiti için, ayranlar 100 ml'lik hacimlere sahip mezürlere aktarılmış ve +4°C'de bekletilmiştir. 24 saat bekleme süresinin ardından kendiliğinden ayrılmış olan serum miktarı ölçülerek kaydedilmiştir.

Renk özellikleri

Ayranların renk değerleri (L*, a*, b*), Konica Minolta marka renk ölçüm cihazı (CR-400, Tokyo, Japonya) ile ölçülmüştür.

Mikrobiyolojik özellikler

Ayranların laktik asit bakterisi içeriklerini tespit etmek için, önceden steril edilmiş 9 ml Ringer çözültüsü (Merck, Darmstadt, Almanya) bulunan tüplerde dilüsyon serileri hazırlanmış ve yüzeye yayma yöntemi kullanılarak gerekli besiyerlerine paralelli ekim yapılmıştır. *Lactobacillus* spp. tespiti için MRS agar (de Man Rogosa Sharpe Agar, HiMedia, Bombay, Hindistan), *Streptococcus* spp. tespiti için M17 agar (HiMedia, Bombay, Hindistan) kullanılmış ve petripler sırasıyla anaerobik ve aerobik şartlarda, 37°C'de 24-48 saat süre ile inkübe edilmiştir. Maya-küf sayısını tespit etmek için ise, PDA (Potato Dextrose Agar, Merck, Darmstadt, Almanya) besiyeri kullanılmış ve ekim yapılan petripler aerobik şartlarda 25°C'de

3-5 gün süre ile inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonlandırıldıktan sonra gelişen koloni sayıları tespit edilmiş ve sonuçlar log kob/ml olarak hesaplanmıştır.

Duyusal değerlendirme

Ayran örneklerinin duyu analizi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü akademik personeli ve lisansüstü öğrencilerinden oluşan 10 kişilik deneyimli panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Örnekler görünüş, renk, kıvam, koku ve tat özellikleri bakımından en yüksek puan 5 olacak şekilde puanlandırılmıştır. Panelistlerden ayrıca, ayran örnekleri ile ilgili genel bir yorumda bulunmaları ve eğer varsa, algıladıkları belirgin karakteristik özellikleri belirtmeleri talep edilmiştir.

Örneklerin toplam kurumadde, yağ, toplam protein ve kül içerikleri ile renk özellikleri depolamanın 1. gününde, diğer analizler ise 1., 7. ve 14. günlerde gerçekleştirilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Denemede çalışılan toplam kurumadde, toplam protein, kül ile renk özelliklerine (L*, a*, b*) yoğurt suyu oranı faktörünün dört seviyesinin (0, 6, 12.5, 25) etkisi tesadüf parselleri deneme tertibinde varyans analizi tekniği ile değerlendirilmiştir. İncelenen diğer özelliklere yoğurt suyu oranı faktörünün dört seviyesi (0, 6,

12.5, 25), depolama faktörünün ise üç seviyesinin (1, 7, 14) birlikte etkisi faktöriyel düzende varyans analizi tekniği ile belirlenmiştir. İstatistik analizler IBM SPSS Statistics 23 paket programında yapılmıştır. Farklı grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Çalışma 2 tekrarlı yürütülmüştür.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Ayranların toplam kurumadde, yağ, protein ve kül içerikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Örnekler arasında toplam kurumadde içeriği bakımından istatistik olarak farklılık olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Ayran üretiminde sütün seyreltilmesi için kullanılan içme suyu yerine, %7.52 kurumadde içeriğine sahip YS'nin (Çizelge 1) belirli oranlarda kullanımı, beklendiği gibi örneklerin toplam kurumadde içeriklerinde artış sağlamıştır. Çizelge 2'den de görülebileceği gibi, en yüksek toplam kurumadde içeriğine sahip örnek C örneği, en düşük kurumadde içeriğine sahip örnek ise K örneği olarak tespit edilmiştir. YS ilavesinin, ayranların yağ, protein ve kül içeriklerini ise etkilemediği belirlenmiştir ($P>0.05$). Bu durum muhtemelen, üretimde kullanılan YS'nin, %0 yağ ve %1'in altında olmak üzere oldukça düşük oranlarda protein ve kül içermesinden (Çizelge 1) ve son ürünün bileşimine etki etmeyecek oranlarda kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 2. Örneklerin kimyasal bileşimi (n=2)
Table 2. The chemical composition of the samples (n=2)

Örnekler Samples	Kurumadde (%) Total solid (%)	Yağ (%) Fat (%)	Protein (%) Protein (%)	Kül (%) Ash (%)
K	8.64±0.110 ^C	0.00±0.000	3.15±0.015	1.12±0.025
A	8.83±0.025 ^{BC}	0.00±0.000	3.18±0.010	1.15±0.040
B	9.07± 0.030 ^{AB}	0.00±0.000	3.26±0.050	1.22±0.005
C	9.29±0.040 ^A	0.00±0.000	3.34±0.050	1.26±0.025

K (kontrol): %0 YS, A: %6 YS, B: %12.5 YS, C: %25 YS

Aynı sütündeki farklı büyük harfler istatistik olarak farklılığı ifade etmektedir ($P<0.05$).

K (control): 0% yoghurt whey (YW), A: 6% YW, B: 12.5% YW, C: 25% YW

Values with the different upper case letters within the same column indicate the statistically significant difference ($P<0.05$).

Ayranların renk özellikleri (L^* , a^* , b^*) Çizelge 3'te gösterilmiştir. YS ilavesinin, örneklerin L^* (parlaklık) ve b^* değerleri (sarılık-mavilik) üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($P > 0.05$). Kırmızılık ve yeşillik ifade eden a^* değerleri bakımından ise ayranlar arasında istatistik olarak farklılık olduğu ($P < 0.05$)

görülmektedir. YS'nin en yüksek oranda kullanıldığı B ve C örneklerinin yeşilimsi renginin, K ve A örneklerine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu durum, seyreltme sıvısı olarak kullanılan YS'nin yeşilimsi renginden (Çizelge 1) kaynaklanmaktadır.

Çizelge 3. Örneklerin renk (L^* , a^* , b^*) değerleri ($n=2$)
Table 3. Color (L^* , a^* , b^*) values of the samples ($n=2$)

Örnekler Samples	L^*	a^*	b^*
K	81.04±1.670	-3.56±0.030 ^B	6.00±0.155
A	77.82±1.310	-3.63±0.045 ^B	6.30±0.125
B	73.34±2.400	-3.76±0.080 ^{AB}	6.47±0.075
C	70.09±4.030	-3.93±0.040 ^A	6.65±0.080

K (kontrol): %0 YS, A: %6 YS, B: %12.5 YS, C: %25 YS

Aynı sütündeki farklı büyük harfler istatistik olarak farklılığı ifade etmektedir ($P < 0.05$).

K (control): 0% yogurt whey (YW), A: 6% YW, B: 12.5% YW, C: 25% YW

Values with the different upper case letters within the same column indicate the statistically significant difference ($P < 0.05$).

Ayranların 14 günlük depolama süresi boyunca tespit edilen pH ve titrasyon asitliği değerleri Çizelge 4'te belirtilmiştir. Gerçekleştirilen istatistik analizlere göre her iki özellik bakımından da interaksiyon olmadığı tespit edilmiştir. YS ilavesinin ayranların pH değerlerini etkilemediği belirlenmiştir ($P > 0.05$). Titrasyon asitliği bakımından ise örnek ortalamaları arasındaki farklılık önemli bulunmuş ($P < 0.05$), K örneğinin en düşük, C örneğinin en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durumu, ayranların toplam kurumadde içerikleri ile ilişkilendirmek mümkündür. Farklı çalışmalarda (Küçükakgöl vd., 2009; Yeniçeri vd., 2021), fermente süt ürünlerinin kurumadde içeriğinin artması ile birlikte, titrasyon asitliğinin de arttığı bildirilmiştir. Nitekim bu çalışmada da K örneği en düşük, C örneği ise en yüksek kurumadde içeriğine sahip örnekler olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Benzer şekilde, Tongur (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da en yüksek YS içeriğine sahip ayranların titrasyon asitliği değerleri daha yüksek bulunmuştur. Çizelge 4'te, depolama günlerinin ortalamaları arasındaki

farklılığın hem pH değeri hem de laktik asit içeriği bakımından istatistik açıdan önemli olarak tespit edildiği görülmektedir ($P < 0.05$). Bu çalışmada olduğu gibi, fermente süt ürünlerinin depolanması sırasında, üründe bulunan starter kültürler ve bunların ürettiği enzim aktivitelere bağlı olarak pH değerinde düşüş ile titrasyon asitliğinde artış görülmesi beklenen bir durumdur (Tamuçay Özünlü ve Koçak, 2010). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne (Anonim, 2022) göre, ayranın titrasyon asitliğinin, laktik asit cinsinden %0.5 ile %1.0 aralığında olması gerekmektedir. Dolayısıyla çalışmada belirlenen değerlere göre, örneklerin tamamı depolama süresi boyunca Tebliğ'e uygunluk göstermiştir.

14 günlük depolama süresi boyunca tespit edilen serum ayrılması, kıvam indeksi ve akış davranış indeksi değerleri Çizelge 5'te belirtilmiştir. Her üç özellik bakımından da örnek ortalamaları arasındaki fark önemli bulunurken ($P < 0.05$), depolama günleri dikkate alındığında yalnızca serum ayrılması ve kıvam indeksi değerlerinin ortalamaları arasında istatistik farklılık olduğu

tespit edilmiştir ($P<0.05$). YS içermeyen kontrol örneği, bütün örnekler içerisinde en yüksek serum ayrılması ve en düşük kıvam indeksi değerine sahip örnek olarak belirlenmiştir. Özellikle serum ayrılması değerleri incelendiğinde, en yüksek YS içeriğine sahip C örneğinin, %0.5 ile oldukça düşük serum ayrılmasına sahip olduğu görülmektedir. Bu durum muhtemelen, örneklerin özellikle toplam kurumadde içerikleri ile ilişkilidir. Özer (2006) tarafından, fermente süt ürünlerinin kurumadde içeriklerinin düşmesine bağlı olarak, proteinler arasındaki mesafenin artması ile koloidal formdaki madde miktarının azaldığı ve dolayısıyla serum ayrılması değerinin artıp, viskozitenin düştüğü belirtilmiştir. Nitekim Çizelge 2'de görüldüğü gibi, K örneği en düşük kurumadde içeriğine sahip örnektir. Benzer şekilde, Güler-Akın vd. (2016), toplam kurumadde değerindeki artışa bağlı olarak, içilebilir yoğurtların viskozite değerlerinde artış görüldüğünü bildirmiştir. Depolama günleri ortalamaları dikkate alındığında ise, depolama süresi boyunca serum ayrılması değerlerinin giderek azaldığı, kıvam indeksi değerlerinin arttığı

tespit edilmiştir. Özellikle kıvam indeksi değerlerinin depolama süresince göstermiş olduğu artışın, ayran üretiminde kullanılan laktik asit bakterilerinin ekzopolisakkarit ve kısa zincirli yağ asitlerini sentezleme yeteneğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Yeniçeri vd., 2021; Yalçın vd., 2022). İlave olarak, muhtemelen ayranların asitliği de görülen bu değişime etki etmektedir. Farklı inkübasyon sonu asitliğinin ayranların bazı özelliklerine etkisinin incelendiği bir çalışmada (Tamuçay Özünlü ve Koçak, 2010), asitlik artışı ile birlikte örneklerin viskozite değerlerinde önemli ölçüde bir artış görüldüğü belirtilmiştir. Asit kazein jellerinde, soğuk depolama sırasında gerçekleşen pH düşüşüne bağlı olarak proteinler arası etkileşimin devam ettiği, bu durumun da depolama süresinde viskozitede artış görülmesinin sebeplerinden biri olduğu belirtilmektedir (Güler-Akın vd., 2016). Ayran ile ilgili gerçekleştirilen farklı çalışmalarda (Çelikel, 2012; Dufrene vd., 2021; Yalçın vd., 2022) da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4. Örneklerin depolama süresindeki pH ve titrasyon asitliği değerleri (n=2)

Table 4. pH and titratable acidity values of the samples during the storage period (n=2)

Özellik Property	Depolama (Gün) Storage (Day)	Örnekler Samples				Ortalama Mean
		K	A	B	C	
pH	1	4.38±0.055	4.38±0.050	4.39±0.055	4.39±0.055	4.38±0.020 ^A
	7	4.30±0.055	4.32±0.035	4.32±0.045	4.31±0.050	4.31±0.018 ^{AB}
	14	4.27±0.055	4.26±0.030	4.28±0.045	4.28±0.065	4.27±0.019 ^B
	Ortalama Mean	4.31±0.032	4.32±0.028	4.33±0.030	4.32±0.033	
Laktik asit (%) Lactic acid (%)	1	0.80±0.025	0.81±0.035	0.84±0.025	0.86±0.025	0.82±0.014 ^B
	7	0.87±0.035	0.87±0.025	0.92±0.025	0.95±0.045	0.90±0.018 ^A
	14	0.87±0.035	0.89±0.030	0.95±0.020	0.93±0.010	0.91±0.016 ^A
	Ortalama Mean	0.84±0.021 ^c	0.85±0.021 ^{bc}	0.90±0.024 ^{ab}	0.91±0.022 ^a	

K (kontrol): %0 YS, A: %6 YS, B: %12.5 YS, C: %25 YS

Aynı satırdaki farklı küçük harfler ve aynı sütündeki farklı büyük harfler istatistik olarak farklılığı ifade etmektedir ($P<0.05$).

K (control): 0% yoghurt whey (YW), A: 6% YW, B: 12.5% YW, C: 25% YW

Values with the different lower case letters within the same row and upper case letters within the same column indicate the statistically significant difference ($P<0.05$).

Çizelge 5. Örneklerin depolama süresindeki serum ayrılması, kıvam indeksi (K) ve akış davranış indeksi (n) değerleri (n=2)

Table 5. Phase separation, consistency index (K) and flow behaviour index (n) values of the samples during the storage period (n=2)

Özellik Property	Depolama (Gün) Storage (Day)	Örnekler Samples				Ortalama Mean
		K	A	B	C	
Serum ayrılması (%) Phase separation (%)	1	15.0±1.00	13.5±0.50	4.0±1.00	0.5±0.50	8.3±2.34 ^A
	7	14.5±0.50	12.0±0.00	3.5±0.50	1.0±0.00	7.8±2.14 ^{AB}
	14	12.5±0.50	10.5±0.50	3.5±0.50	0.0±0.00	6.6±1.93 ^B
	Ortalama Mean	14.0±0.58 ^a	12.0±0.58 ^b	3.7±0.33 ^c	0.5±0.22 ^d	
Kıvam indeksi (Pa·s) Consistency index (Pa·s)	1	0.45±0.050	0.68±0.030	0.90±0.035	1.02±0.060	0.76±0.084 ^C
	7	0.59±0.075	0.89±0.045	0.97±0.030	1.26±0.015	0.92±0.092 ^B
	14	0.73±0.025	1.17±0.080	1.34±0.165	1.43±0.105	1.16±0.109 ^A
	Ortalama Mean	0.59±0.056 ^c	0.91±0.093 ^b	1.07±0.097 ^{ab}	1.23±0.081 ^a	
Akış davranış indeksi Flow behaviour index	1	0.46±0.015	0.45±0.005	0.40±0.000	0.38±0.020	0.42±0.013
	7	0.47±0.025	0.41±0.005	0.42±0.005	0.37±0.005	0.41±0.014
	14	0.44±0.005	0.39±0.020	0.39±0.005	0.39±0.005	0.40±0.009
	Ortalama Mean	0.45±0.009 ^a	0.41±0.012 ^b	0.40±0.006 ^b	0.38±0.007 ^b	

K (kontrol): %0 YS, A: %6 YS, B: %12.5 YS, C: %25 YS

Aynı satırdaki farklı küçük harfler ve aynı sütundaki farklı büyük harfler istatistik olarak farklılığı ifade etmektedir (P<0.05).

K (control): 0% yoghurt whey (YW), A: 6% YW, B: 12.5% YW, C: 25% YW

Values with the different lower case letters within the same row and upper case letters within the same column indicate the statistically significant difference (P<0.05).

Akış davranış indeksi, sıvıların akış tipinin bir göstergesidir. Bu değer 1'den uzaklaşp 0'a yaklaşması, akış tipinin Newtonian olmayan akış tipine yaklaşması anlamını taşımaktadır (Berkay Karaca vd., 2009). Çizelge 5'te görüldüğü gibi, akış davranış indeksi değerlerinin tamamı 1'in altında bulunmuş, dolayısıyla örneklerin hepsi depolama süresi boyunca Newtonian olmayan akış özelliği göstermiştir. Gerçekleştirilen farklı çalışmalarda da (Erkaya vd., 2015; Beşir vd., 2022; Kocabaş vd., 2022), ayranın Newtonian olmayan akış özelliğine sahip olduğu belirtilmektedir. Ek olarak, K örneğinin akış davranış indeksi ortalamasının, 1'in altında bulunmuş olmasına rağmen, istatistik olarak diğerlerinden daha yüksek bir değere sahip olduğu tespit edilmiştir (P<0.05). Bu durum sıvıların kurumadde içeriğine

bağlı olarak sahip olduğu kıvam indeksi değeri ile doğrudan ilişkilidir. Benzer şekilde, Köksoy ve Kılıç (2003) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, ayranın kurumadde içeriğinin düşmesi ile akış davranış indeksi değerinin 1'e, yani Newtonian davranışa yaklaştığı tespit edilmiştir. Nitekim bu çalışmada da akış davranış indeksi en yüksek örnek olan K, aynı zamanda en düşük kurumadde içeriğine (Çizelge 2) ve kıvam indeksi değerine sahip örnektir.

Ayranların 1, 7 ve 14. günlerde belirlenen mikrobiyel içerikleri Çizelge 6'da gösterilmiştir. YS ilavesinin ayranların *Lactobacillus* spp. içeriğini etkilemediği tespit edilmiş (P >0.05), *Streptococcus* spp. sayısı ortalamaları bakımından ise en yüksek YS içeriğine sahip B ve C örneklerinin en düşük

bakteri içeriğine sahip örnekler olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Bu durumun ayranların asitliği ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim, streptokok sayısı en düşük bulunan B ve C örnekleri, aynı zamanda en yüksek titrasyon asitliğine sahip örneklerdir (Çizelge 4). Laktobasillerin sayısında bir farklılık görülmemiş olmasına ise, bu bakterilerin yüksek asitliğe karşı streptokoklardan daha dirençli olmasına bağlamak mümkündür (Yerlikaya, 2014).

Depolama günleri ortalamaları dikkate alındığında, *Lactobacillus* spp. sayısının 7. günde değişmediği, ancak 14. günde azaldığı, *Streptococcus* spp. sayısının ise depolama boyunca düşüş gösterdiği kaydedilmiştir ($P<0.05$). Bu durum muhtemelen, yukarıda da bahsedildiği gibi depolama sırasında pH'da görülen düşüş ve fermantasyon sırasında yoğurt bakterileri

tarafından üretilen laktik asit ve hidrojen peroksit gibi metabolitlerin üründe birikimi ile ilişkilidir (Kocabaş vd., 2022). Benzer şekilde, ayranı gerçekleştiren farklı çalışmalarda (Çelikel, 2012; Yeniçeri vd., 2021), yoğurt bakterilerinin sayılarının ilk güne kıyasla depolama sonunda daha düşük bulunduğu bildirilmiştir. Çalışmada, bakterilerin sayısında bir düşüş görülmüş olmasına karşın, depolamanın her günü için tespit edilen yoğurt bakterisi miktarı, Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde (Anonim, 2022) belirtilen minimum sayı kriterini (10^6 kob/g) karşılamaktadır. Yine Tebliğ'de belirtilen şekilde, olması gerektiği gibi, depolama boyunca ayranların hiçbirinde maya-küf tespit edilmemiştir. Dolayısıyla ayran üretimi sonrası kontaminasyon olmadığını belirtmek mümkündür.

Çizelge 6. Örneklerin depolama süresindeki mikrobiyel içerikleri (n=2)

Table 6. Microbial counts of the samples during the storage period (n=2)

Microorganizma (log kob/ml) <i>Microorganism (log cfu/ml)</i>	Depolama (Gün) <i>Storage (Day)</i>	Örnekler <i>Samples</i>				Ortalama <i>Mean</i>
		K	A	B	C	
<i>Lactobacillus</i> spp.	1	8.14±0.090	8.21±0.050	8.18±0.065	8.22±0.125	8.19±0.035 ^A
	7	8.06±0.045	8.17±0.025	8.13±0.040	8.09±0.040	8.11±0.021 ^A
	14	7.79±0.080	7.79±0.065	7.74±0.125	7.78±0.110	7.77±0.038 ^B
	Ortalama <i>Mean</i>	7.80±0.075	8.05±0.088	8.01±0.096	8.03±0.093	
<i>Streptococcus</i> spp.	1	8.90±0.030	8.92±0.030	8.91±0.060	8.90±0.030	8.91±0.015 ^A
	7	8.79±0.025	8.82±0.030	8.78±0.045	8.80±0.045	8.79±0.016 ^B
	14	8.59±0.010	8.60±0.035	8.63±0.070	8.66±0.055	8.62±0.021 ^C
	Ortalama <i>Mean</i>	9.10±0.027 ^a	9.05±0.036 ^a	8.92±0.033 ^b	8.85±0.030 ^b	
Maya-küf <i>Yeast-mold</i>	1	nd	nd	nd	nd	nd
	7	nd	nd	nd	nd	nd
	14	nd	nd	nd	nd	nd

K (kontrol): %0 YS, A: %6 YS, B: %12.5 YS, C: %25 YS

Aynı satırdaki farklı küçük harfler ve aynı sütündeki farklı büyük harfler istatistik olarak farklılığı ifade etmektedir ($P<0.05$).

nd: Tespit edilmedi.

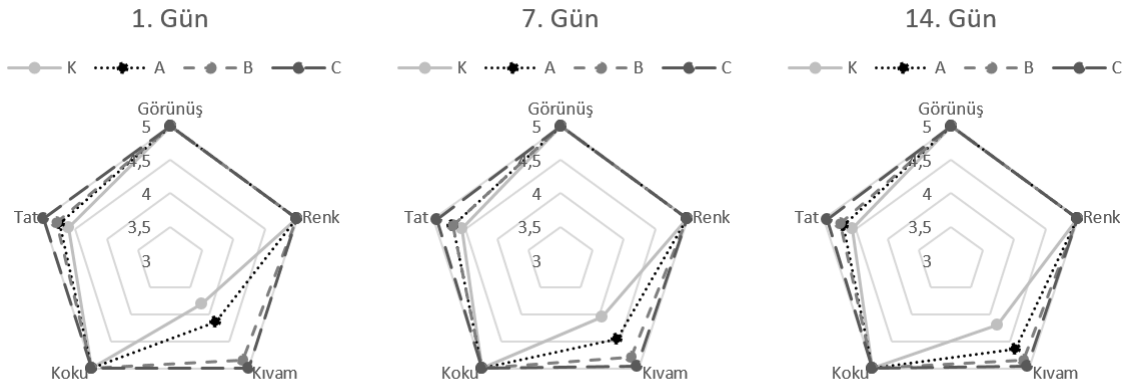
K (kontrol): 0% yoghurt whey (YW), A: 6% YW, B: 12.5% YW, C: 25% YW

Values with the different lower case letters within the same row and upper case letters within the same column indicate the statistically significant difference ($P<0.05$).

nd: Not detected.

Ayranların duyu analizi sonuçları Şekil 1’de verilmiştir. YS ilavesinin, ayranların görünüş, renk ve koku özelliklerine depolama boyunca etki etmediği görülmüş ($P > 0.05$), örneklerin tamamı bahsedilen özellikler bakımından en yüksek puanı (5 puan) almıştır. Kıvam ve tat özellikleri bakımından interaksiyon olmadığı belirlenmiş, ancak örneklerin ortalamaları arasında istatistik açıdan farklılık olduğu ($P < 0.05$) tespit edilmiştir. Kıvam özelliği bakımından ortalamalar incelendiğinde, en düşük puanı 4.02 ile kontrol örneğinin aldığı; %6, %12.5 ve %25 YS ilaveli örneklerin ise sırasıyla, 4.42, 4.83 ve 4.97 puan aldığı belirlenmiştir. Kıvam özelliği ile ilgili görülen bu farklılığı, ayranların toplam kurumadde miktarları ile ilişkilendirmek mümkündür. Nitekim çalışmada kıvam özelliği bakımından panelistlerden en düşük puanı alan K örneği, aynı zamanda kurumadde içeriği en düşük

örneklerdir. 4.97 ile en yüksek puanı alan C örneği ise, bütün örnekler içerisinde en yüksek toplam kurumadde içeriğine sahip örneklerdir (Çizelge 2). İlave olarak, Çizelge 5’te gösterilmiş olan kıvam indeksi değerleri de elde edilen duyu analizi sonuçlarıyla uyumluluk göstermektedir. Kıvam özelliğine benzer şekilde, tat özelliği bakımından da en düşük puanı 4.57 ile kontrol örneği almıştır. A, B ve C örnekleri ise sırasıyla 4.72, 4.75 ve 4.97 puan almışlardır. Panelistler ayrıca, özellikle B ve C örneklerinde fermente ve tuzlu tadın daha fazla algılandığını belirtmişlerdir. Elde edilen tat sonuçlarına göre, %12.5 ve %25 oranında kullanılan YS’nin, ayranların tadına direkt ve olumlu yönde etki ettiğini söylemek mümkündür. Bahsedilen kıvam ve tat özellikleri bakımından, depolama süresi boyunca herhangi bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($P > 0.05$).



Şekil 1. Örneklerin depolama süresindeki duyu özellikleri (n=2)

Figure 1. Sensory of the samples during the storage period (n=2)

K (kontrol): %0 YS, A: %6 YS, B: %12.5 YS, C: %25 YS

Aynı satırdaki farklı küçük harfler ve aynı sütundaki farklı büyük harfler istatistik olarak farklılığı ifade etmektedir ($P < 0.05$).

K (control): 0% yoghurt whey (YW), A: 6% YW, B: 12.5% YW, C: 25% YW

Values with the different lower case letters within the same row and upper case letters within the same column indicate the statistically significant difference ($P < 0.05$).

SONUÇ

Bu çalışmada, genellikle atık olarak görülen YS’nin ayran üretiminde kullanım olanakları araştırılmıştır. Çalışmada belirtilen üretim yöntemi ile elde edilen ayranların, YS ilavesi ile toplam kurumadde içeriklerindeki artışa bağlı olarak, fermente süt ürünlerinde önemli kalite

parametrelerinden olan kıvam indeksinin arttığı, serum ayrılması değerinin ise azaldığı tespit edilmiştir. Elde edilen a* değerlerine göre, YS ilavesinin ayranların yeşilimsi rengini artırdığı belirlenmiş olsa da duyu analizi sonuçları bu farklılığın panelistler tarafından fark edilemeyecek düzeyde olduğunu göstermiştir. İlave olarak,

gıdaların tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğini gösteren en önemli kriter olan duyuşal değerlendirme ile elde edilen verilere göre, en yüksek YS içeriğine sahip rnek (C) kıvam ve tat özelliği bakımından en yüksek puanı almıştır. Ayrıca panelistler, YS ilaveli ayranların daha tuzlu algılandığını belirtmişlerdir. Dolayısıyla ileride gerçekleştirilecek çalışmalarla, YS kullanımı ile ayrına ilave edilen tuz miktarının azaltılmasının olanaklarını araştırmanın uygun olacağı düşünülmektedir. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre, ayranların tamamının, 14 günlük depolama süresince laktik asit bakterileri içeriğinin 10⁷ kob/ml'nin altına düşmediği tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar birlikte dikkate alındığında, ayran üretiminde, sütün seyreltilmesinde kullanılan suyun %25'i oranına kadar YS ilavesinin uygun olduğu sonucuna varılmıştır. YS ilavesi sayesinde, kullanılan süt miktarını artırmadan, ayranların kurumadde içeriğindeki artışa bağlı olarak, ürünün besin içeriğinin de arttığını söylemek mümkündür. Ayrıca, ayran üretimi için kullanılan içme suyunun, YS kullanımı sayesinde azaltılabilesinin, işletme giderleri bakımından da bir avantaj olduğunu belirtmek mümkündür. Basit bir hesaplama ile, 10 ton ayran üretimi gerçekleştirilen bir işletmede, sütün seyreltilmesi için ~3300 litre içme suyuna ihtiyaç duyulurken, bu suyun %25'i oranında YS kullanıldığında, ihtiyaç duyulan içme suyu miktarını ~825 litre kadar düşürmek mümkündür. İlave olarak, bu sayede, büyük ölçüde değerlendirilmeyen YS'ye de önemli bir kullanım alanı yaratılmış olacaktır. İleride gerçekleştirilecek çalışmalarla, ayranda daha yüksek oranlarda YS kullanımının uygunluğunun araştırılması sayesinde, kullanılan su miktarının daha da azaltılabilesinin ve daha fazla miktarda YS'nin değerlendirilebilesinin n açılacaktır.

ÇIKAR ATIşMASI

Yazarın makale ile ilgili herhangi bir kişi veya kurum ile çıkar atışması bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKISI

Nazlı Kanca, çalışmanın planlanması ve yürütülmesi süreci ile, gerçekleştirilen üretim ve

analizlerin tamamı ile sonuçların yorumlanması ve makalenin yazımında görev almıştır.

TEŐEKKÜR

Çalışmanın istatistiksel analizlerine katkısından dolayı Dr. Öğretim yesi Rabia Albayrak Delialioğlu'na teŐekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

Anonim. (2022). *Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt rnleri Tebliği*. 30 Kasım 2022 tarih ve 32029 sayılı Resm Gazete, Ankara. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/11/20221130-5.htm>

Berkay Karaca, O., Gven, M., Yaşar, K., Kaya, S., Kahyağlu, T. (2009). The functional, rheological and sensory characteristics of ice creams with various fat replacers. *International Journal of Dairy Technology* 62(1): 93-99, doi: 10.1111/j.1471-0307.2008.00456.x.

Beşir, A., Mortaş, M., Yazıcı, F. (2022). Investigation properties of Ayran (yoghurt drink) produced from different ratio of cow and hemp seed milk mixtures. *European Food Science and Engineering* 3(1): 5-10, doi: 10.55147/efse.1119044.

Bilir, F.S. (2023). Geleneksel yoğurtlar. *Geleneksel Süt rnleri*, Bilir, F.S. (chief ed.), Ankara Nobel Tıp Kitabevleri Ltd. şti., Ankara, Türkiye, s. 149-160.

Cebeci Avunca, S. (2022). Yoğurt altı suyu ve sirke ile üretilen fermente salatalık turşularında bulunan laktik asit bakterilerinin tanımlanması. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, Türkiye, 64 s.

Çelikel, A. (2012). Farklı oranlarda mikrobiyal transglutaminaz (MTGase) ile işlem görmüş sütlerden üretilen yarım yağlı ayranların bazı zellikleri. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, şanlıurfa, Türkiye, 60 s.

Demir, M.K., Elgün, A., Argun, M.ř. (2009). Sütçülük yan ürünlerinden peynir altı, yayık altı ve süzme yoğurt suları katkılarının bazı ekme

- özelliklerine etkileri üzerine bir araştırma. *GIDA* 34(2): 99-106.
- Dufrene, A., Park, D., Olson, D., Aryana, K. (2021). Survival of *Lactobacillus acidophilus* in fruit-flavored Greek yogurt acid whey. *Food and Nutrition Sciences* 12(7): 681-692. doi: 10.4236/fns.2021.127051.
- Erkaya, T., Başlar, M., Şengül, M., Ertugay, M.F. (2015). Effect of thermosonication on physicochemical, microbiological and sensorial characteristics of ayran during storage. *Ultrasonics Sonochemistry* 23: 406-412. doi: 10.1016/j.ultsonch.2014.08.009.
- Flinois, J.C., Dando, R., Padilla-Zakour, O.I. (2019). Yogurt acid whey utilization for production of baked goods: Pancakes and pizza crust. *Foods* 8(12): 615. doi: 10.3390/foods8120615.
- Güler-Akın, M., Ferliarslan, İ., Akın, M.S. (2016). Apricot probiotic drinking yoghurt supplied with inulin and oat fiber. *Advances in Microbiology* 6(14): 999-1009. doi: 10.4236/aim.2016.614094.
- Güllü, M., Beyaz, D., Demirpençe, H. (2023). Determination of chemical and microbiological quality of strained yoghurt samples marketed in Aydın province. *Animal Health, Production and Hygiene* 12(2): 13-19. doi: 10.53913/aduveterinary.1297717.
- Hooi, R., Barbano, D.M., Bradley, R.L., Budde, D., Bulthaus, M., Chettiar, M. (2004). Chemical and physical methods. In: *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*, Wehr, H.M., Frank, J.F. (chief ed.), American Public Health Association, the USA, pp. 363-532.
- Karastamatis, S., Zoidou, E., Moatsou, G., Moschopoulou, E. (2022). Effect of modified manufacturing conditions on the composition of Greek strained yogurt and the quantity and composition of generated acid whey. *Foods* 11(24): 3953. doi: 10.3390/foods11243953.
- Kocabaş, H., Ergin, F., Aktar, T., Küçükçetin, A. (2022). Effect of lactose hydrolysis and salt content on the physicochemical, microbiological, and sensory properties of ayran. *International Dairy Journal* 129: 105360. doi: 10.1016/j.idairyj.2022.105360.
- Köksoy, A., Kılıç, M. (2003). Effects of water and salt level on rheological properties of ayran, a Turkish yoghurt drink. *International Dairy Journal* 13(10): 835-839. doi: 10.1016/S0958-6946(03)00103-1.
- Küçükakgöl, Ö., Koçak, C., Sezen, F., Yıldız, F. (2009). Yağ ikame maddesi kullanılarak (litesse® ultra™) kurumadde artırımının yağsız yoğurdun kalitesi üzerine etkisi. *GIDA* 34(5): 271-278.
- Menchik, P., Moraru, C.I. (2019). Nonthermal concentration of liquid foods by a combination of reverse osmosis and forward osmosis. Acid whey: A case study. *Journal of Food Engineering* 253: 40-48. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2019.02.015.
- Özer, B. (2006). *Yoğurt bilimi ve teknolojisi*. Sidas Medya Ltd. Şti., İzmir, Türkiye, 487 s.
- Öztürk, Ö. (2020). Süzme yoğurt üretiminde ortaya çıkan atık suyun turşu üretiminde kullanılabilirliğinin incelenmesi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, Türkiye, 54 s.
- Tamuçay-Özünü, B., Koçak, C. (2010). Farklı inkübasyon sonu asitliğinin ayran kalitesine etkisi. *GIDA* 35(2): 113-119.
- Tongur, A. (2019). Ayran üretiminde sütçülük yan ürünlerinin değerlendirilme imkanlarının araştırılması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Konya, Türkiye, 54 s.
- Yalçın, H., Gün, İ., Soyuçok, A. (2022). Psyllium, bezelye ve yulaf diyet liflerinin depolama süresi boyunca ayranın fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 26(3): 336-348. doi: 10.29050/harranziraat.1143580.
- Yeniçeri, Ş.A., Göçer, E.M.Ç., Küçükçetin, A. (2021). Probiyotik bakteri içeren ayranın fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Akademik Gıda* 19(4): 414-423. doi: 10.24323/akademik-gida.1050733.

Yerlikaya, O. (2014). Effect of bee pollen supplement on antimicrobial, chemical, rheological, sensorial properties and probiotic viability of fermented milk beverages. *Mljekarstvo*

64(4): 268-279, doi: 10.15567/mljekarstvo.2014.0406.