



Yuzuncu Yil University
Journal of Agricultural Sciences
(Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi)

<https://dergipark.org.tr/en/pub/yyutbd>



ISSN: 1308-7576

e-ISSN: 1308-7584

Research Article

Storage of Yoghurt Powder Obtained by Different Drying Methods and Its Use in Reconstituted Ayran Production

Özlem SOYSONA AR^{*1}, Elvan OCAK²

^{1,2}Van Yuzuncu Yil Universty, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Van, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-8014-4455>, ²<https://orcid.org/0000-0003-4565-2435>

*Corresponding author e-mail: ozlem_sysn@hotmail.com

Article Info

Received: 20.02.2021

Accepted: 02.02.2022

Online published: 15.03.2022

DOI: 10.29133/yyutbd.879612

Keywords

Convectional,
Lyophilized,
Reconstituted ayran,
Yoghurt powder

Abstract: In this study; yoghurt powder was produced using the conventional and lyophilized methods. Half of the yoghurt powders were stored in plastic Ayran packages, with the addition of 0.5 % salt for reconstituted ayran production. The samples were analyzed as powder and reconstituted Ayran on the 1st, 15th, 30th, 60th, and 90th days. In addition, Ayran that was reconstituted on the 1st day was stored at +4 °C until the 15th day, and the changes following dilution were examined. It has been observed that lyophilized yogurt powder gives better results in terms of physical, chemical, and microbiological properties during 90 days of storage, and its sensory properties are more appreciated and preferable when consumed as reconstituted Ayran. When the Ayran samples were stored in reconstituted form until the 15th day, it was found that the pH value of all samples decreased, serum separation and acidity increased, and sensory properties decreased. As a result, it has been concluded that it is possible to convert yogurt into yogurt powder in the specified ways, to pack it in a practical way for ayran production, to have a long shelf life, and to be reconstituted even after months if desired.

To Cite: Soysona Ar, Ö, Ocak, E, 2022. Storage of Yoghurt Powder Obtained by Different Drying Methods and Its Use in Reconstituted Ayran Production. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 32(1): 42-56. DOI: <https://doi.org/10.29133/yyutbd.879612>

Farklı Kurutma Yöntemleriyle Elde Edilen Yoğurt Tozunun Depolanması ve Rekonstitüe Ayran Üretiminde Kullanımı

Makale Bilgileri

Geliş: 20.02.2021

Kabul: 02.02.2022

Online yayınlama: 15.03.2022

DOI: 10.29133/yyutbd.879612

Anahtar Kelimeler

Konveksiyonel,
Liyofilize,
Rekonstitüe ayran,
Yoğurt tozu

Öz: Bu çalışmada; konveksiyonel ve liyofilize olmak üzere iki farklı yöntemle yoğurt tozu üretilmiştir. Elde edilen tozların yarısı toz olarak yarısı da rekonstitüe ayran üretimi için içerisine % 0.5 tuz eklenerek ağızları alüminyum varaklı 100 ml'lik plastik ayran ambalajlarında +4 °C'de depolanmıştır. Depolamanın 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerinde hem toz olarak hem de rekonstitüe ayran üretilerek fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal analizlere tabi tutulmuşlardır. Ayrıca 1. gün analizleri için rekonstitüe edilen ayranlar 15. güne kadar +4 °C'de depolanıp ayranların rekonstitüe edildikten sonraki dayanım süresi ve göstermiş olduğu değişimler araştırılmıştır. 90 günlük depolama süresince liyofilize yöntem kullanılarak üretilen yoğurt tozunun fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler açısından daha iyi sonuçlar verdiği ve rekonstitüe ayran olarak tüketiminde duyuşsal özelliklerinin daha çok beğenildiği ve tercih edilebilirliğinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayran örnekleri rekonstitüe halde 15. güne

kadar depolandığında ise hem konveksiyonel hem de liyofilize örneklerde pH değerinin düştüğü, asitlik ve serum ayrılması değerinin arttığı, duyu özelliklerinin azaldığı ve tat- aroma kayıplarının meydana geldiği tespit edilmiştir. Elde edilen tüm bulgulardan hareketle yoğurdun belirtilen şekillerde yoğurt tozuna dönüştürülmesi ve ayran üretimi için pratik bir şekilde ambalajlanması, uzun bir raf ömrüne sahip olması ve istenildiğinde aylar sonra bile rekonstitüe edilerek tüketiminin sağlanmasının mümkün olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Dipnot: Bu çalışma Özlem SOYSANA AR'ın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

İnsan yaşamındaki öneminden dolayı, süt ve süt ürünleri, gıda endüstrisinde önemli bir yere sahiptir. Bu ürünlerden biri olan yoğurt, tarihi binlerce yıl öncesine dayanan ve en çok tercih edilen süt ürünlerinden biridir. Yoğurt, sütlerin pastörizasyon ve homojenizasyon işlemlerinden sonra *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*'dan oluşan yoğurt starter kültürlerinin ilave edilmesiyle Yoğurt Yapım Kuralları Standardı'na uygun işlemlerden sonra elde edilen mamuldür (Anonim, 2008).

Süte kıyasla raf ömrü biraz daha uzun olan yoğurt yine de kısa süre içinde tat ve aromasında değişimler görülerek bozulmaktadır. Yoğurdun raf ömrü 25-30 °C'de 1 gün, 7 °C'de 5 gün ve 4 °C'de 10 gündür (Kumar ve Mishra, 2004a). Yoğurdun raf ömrünün kısalığı ticari anlamda yoğurt endüstrisinin en önemli dezavantajıdır.

Kurutma terimi gıda maddesindeki nemin uzaklaştırılması anlamını taşımaktadır. Kurutma ile gıdanın nem seviyesi mikroorganizma gelişimini engelleyecek düzeye düşürülmektedir. Bu özellikleriyle kurutma, çok çeşitli ürünler için en kolay ve genel gıda muhafaza yöntemidir. Kurutulmuş gıdalar taze ürün pazarına etkili bir alternatif olmuşlardır (Kumar ve Mishra, 2004a; Akın, 2006). Gelişen teknolojilerle birlikte gıdaların farklı yollarla kurutulması yaygınlık kazanmış olup kullanımı ve uygulaması dünyada her geçen gün daha fazla uygulanmakta olan bir işlem haline gelmiştir (Ergün, 2012). Özellikle hazır ve kolay tüketilebilir gıdaların talebi paralelinde sağlıklı beslenmenin de ön planda olduğu günümüzde değişen tüketici istekleri de dikkate alınarak, gıda sanayi son birkaç yıl içerisinde toz hazır gıda ürünleri üzerinde inovatif çalışmalar ve atılımlar gerçekleştirmiştir. Değişen hızlı yaşam koşullarıyla beraber tüketicinin beklentisi tek bir üründen ihtiyacı olan bütün gereksinimlerini karşılamasıyla, üretici üretmiş olduğu ürünün uzun süre bozulmadan depolanmasını ve nakliyat giderlerinin azalmasını istemektedirler. Bu sebepler de gıda üretici ve tüketicilerini toz karışımlara yöneltilmektedir (Koç, 2008; Saçkesen ve Ocak 2019).

Yoğurdun raf ömrünü uzatmak için uygulanan en önemli yöntem kurutmadır. Yoğurdun kurutulmasının amacı, raf ömrü uzun, stabil, soğutma ihtiyacı olmadan ve istenildiği zaman kullanım kolaylığı olan bir ürün elde etmektir. Yoğurdun dayanımının artırılması amacıyla farklı yöntemlerle suyu uzaklaştırılarak daha konsantre bir ürün olan torba ya da süzme yoğurtlar elde edilir. Bu konsantre yoğurtların raf ömrü 7 °C'nin altında depolandığında 30-35 güne kadar çıkabilmektedir. İran ve Türkiye'de de geleneksel olarak halen uygulanmakta olan kurutma yöntemi ile elde edilen kurutun dayanımı da uygun koşullarda 1 yıla kadar uzayabilmektedir. Ülkemizde bölgesel olarak yoğurdun raf ömrünü uzatmak amacıyla suyunun süzülerek uzaklaştırılması (süzme yoğurt), güneşte kurutma (kurut) gibi çeşitli yöntemler kullanılmakla birlikte endüstriyel olarak yoğurt tozu üretimi de yapılmaktadır. Yoğurdu kurutmak amacıyla, dondurarak kurutma, püskürtmeli kurutma, direkt güneş ışığı altında kurutma, mikrodalga kurutma ve konveksiyonel kurutma gibi yöntemler uygulanmaktadır. Yoğurttan bu gibi yöntemler kullanılarak elde edilen yoğurt tozu; soğuk depolama zorunluluğu olmadan istenilen zamanda kullanım kolaylığı sağlayan ve raf ömrü 1-2 yıl arasında değişen yeni bir ürüne dönüşmektedir. Yoğurt tozu yoğurda oranla daha düşük paketleme ve depolama maliyetine sahiptir. Uygulanan kurutma işlemi sayesinde yoğurdun hacmi azalmakta, depolanması ve taşınması kolaylaşmaktadır. Böylece yoğurt tozu; yoğurdun depolanmasının zor olduğu sıcak bölgelerde, açlık ve protein eksikliğinin görüldüğü gelişmekte olan ülkeler için iyi bir besleyici alternatif haline gelmektedir (Kumar ve Mishra, 2004a; Kumar ve Mishra, 2004b; Koç, 2008; Nalchi, 2014).

Yoğurt tozu su ilave edilerek direkt yoğurt olarak kullanılabilir gibi, su ilavesi ile geleneksel içeceğimiz olan ayrana dönüştürülerek de tüketilebilmektedir. Ayrıca Yoğurt tozu taze yoğurdun yerine; fırın ürünlerinde (bisküvi, kraker, kek, çıtır ekmek), meyve sularında, hazır toz çorba karışımlarında,

bitter çikolatalarda, yoğurt aromalı şeker ve tatlılarda, dondurmalarda ve dondurma külahlarında, protein zenginleştirici olarak birçok gıda ürününde, soslarda, sosislerde, bebek mamalarında, kozmetik ürünlerinde (krem, maske vb.) kullanılmaktadır (Koç, 2008). Yoğurt tozu starter kültür ve evlerde kara maya olarak da kullanılabilir.

Yoğurt benzeri bir ürün olan ayran, yoğurdun sulandırılmasıyla üretilen bir içecektir. Zengin vitamin içeriği bakımından oldukça faydalı bir fermente üründür. Sütün önemli ürünlerinden olan ve uzun yıllardan beri Orta Asya ve Anadolu'da işlenen ayran, özellikle Türk toplumunun beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Özellikle yaz aylarında üretimi artan ve aşırı sıcaklarda vücudun ter yoluyla kaybettiği sıvının geri kazanılmasında önemli rol oynayan ayran, içerdiği sodyum ve klorür iyonları ile vücudun sıvı dengesinin korunmasını sağlar. Sindiriminin kolaylığı ve ferahlatıcı etkisi açısından da gerek şehirlerde gerekse kırsal kesimlerde oldukça fazla miktarda tüketilen bir içecek olmuştur (Gülmez ve Güven, 2003; Köksoy ve Kılıç, 2003).

Ayran üretimi süt veya direkt yoğurtla yapılabildiği gibi yoğurt tozunun sulandırılmasıyla da üretilebilir. Türkiye'de sevilerek tüketilen yoğurdun toz haline getirilmesi ile dayanımının artırılması, depolama ve taşınmasının kolaylaştırılması, pratik kullanım kolaylığının sağlanması gibi avantajlarının yanında geleneksel içeceğimiz olan ayrana da dönüştürülmesiyle hem üreticiler hem de tüketiciler için büyük avantajlar sağlayabileceği düşünülmektedir.

Ülkemizde ayran tüketimi bu kadar yaygın iken depolanma zorunluluğu ve raf ömrü kısıtlaması olmayan, istenildiğinde kolay ulaşılabilir, kolay taşınabilir bir ayran, tüketici isteklerinin başında gelmektedir. Bu bağlamda yapılan çalışmada 2 farklı yöntemle (konveksiyonel ve liyofilize) yoğurt tozu üretilmiştir. Bu yoğurt tozları depolama periyodu boyunca hem toz olarak hem de rekonstitüe ayran olarak fiziksel kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal incelemeye tabi tutulmuştur. Bu şekilde yoğurdun toz olarak uzun süre saklanabilmesi, gıda alanında farklı üretimlerde toz formunda kullanılabileceği gibi istendiğinde tekrar yoğurda ve ayrana dönüştürülebilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca uygun saklama yöntemiyle dayanımının artırılması, depolama ve taşınmasının kolaylaştırılması ve kullanım alanlarının genişletilerek (günlük kullanım, seyahat, askeri operasyonlar, afet alanları vb.) tüketiminin artırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

İki tekerrürlü olarak yürütülen bu çalışmada yoğurt üretiminde materyal olarak, Süt-Kur Gıda San. ve Tic. Şti tarafından temin edilen ve analizleri Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü pilot süt işletmesinde yapılan çiğ inek sütü kullanılmıştır. Yoğurt üretimi Süt-Kur süt işletmesinde gerçekleştirilmiş olup işlenen yoğurtlar Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü pilot süt işletmesine getirilerek analizleri yapıp yoğurt tozuna işlenmiştir. Dondurarak kurutma cihazı olarak Labconco (ABD) marka liyofilizatör cihazı, konveksiyonel kurutma cihazı olarak Öztiryakiler (Türkiye) markalı konveksiyonel fırın, ambalaj materyali olarak ağız kısmı otomatik ambalajlama makinesinde alüminyum varakla kapatılan 100 ml'lik polipropilen ambalaj ve üretilen yoğurt tozlarının öğütülmesi için öğütücü olarak ARNİCA (Türkiye) markalı kahve öğütme makinesi kullanılmıştır.

2.1.1. Yoğurt tozu üretimi

Taze yoğurdun bir kısmı konveksiyonel yöntem ile yoğurt tozu üretimi için altına yağlı pişirme kağıdı serilmiş 32x53 cm ebadındaki fırın tepsilerine 3 mm kalınlığında serilerek 60 °C'de 8 saat süreyle kurutulmuştur.

Taze yoğurdun diğer kısmı liyofilize yoğurt tozu üretimi için 100 ml'lik plastik kaplara dolun yapılarak -18 °C'de bir gece ön dondurma işlemine tabi tutulmuştur. Ön dondurma işleminin ardından liyofilizatör cihazına yerleştirilen yoğurt örnekleri -55 °C'de 0.005 Torr iç basınç ile 96 saat süreyle kurutulmuştur.

Kurutulan yoğurt, homojen bir görüntü elde etmek ve partikül boyutunu küçültmek için öğütme işlemine tabi tutulduktan sonra yoğurt tozu elde edilmiştir. Konveksiyonel ve liyofilize yöntemle elde edilen her bir yoğurt tozu örneği iki kısma ayrılmıştır. Birinci kısım toz olarak ikinci kısım ise içerisine % 0.5 tuz eklenerek ağız kısmı otomatik ambalajlama makinesinde alüminyum varakla kapatılan 100

ml'lik polipropilen ambalaj içerisinde 1., 15., 30., 60., ve 90. günlerde analiz edilmek üzere +4 °C' de depolanmıştır.

Yoğurt tozu üretiminde kullanılan taze yoğurdun kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Yoğurt tozu üretiminde kullanılan yoğurdun bileşim özellikleri

Analiz	Yoğurt
pH	4.56±0.01
Titrasyon Asitliği (% Laktik asit)	1.00±0.05
Kurumadde (%)	14.21±0.01
Yağ (%)	3.50±0.03
Protein (%)	4.34±0.07
Mikrobiyoloji (log KOB/g)	
<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	7.21±0.04
<i>Streptococcus thermophilus</i>	7.58±0.15

2.1.3. Yoğurt tozundan rekonstitüe ayran üretimi

İçerisine % 0.5 oranında tuz eklenerek +4 °C'de depolanan yoğurt tozları belirlenen depolama günlerinde gerekli kuru madde ayarlamaları yapılarak (ortalama % 11.64) karıştırıldıktan sonra rekonstitüe ayrana dönüştürülmüş ve belirlenen analizler yapılmıştır. Rekonstitüe ayranların karıştırılması için Heidolph Silentcrusher M (Almanya) markalı karıştırıcı kullanılmıştır. Karıştırma işlemi 15 bin devirde 3 dakika olarak belirlenmiştir. 1. gün analizleri için rekonstitüe edilen ayranların rekonstitüe edildikten sonra gösterdiği değişimi ve raf ömrünü belirlemek için 15. güne kadar +4 °C'de depolanmış, kontrol örnekleri olarak değerlendirilmiş ve belirlenen analizler yapılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Kimyasal analizler

Yoğurt tozunda ve rekonstitüe ayranlarda pH değeri dijital pH metre ile ölçülmüştür. Yoğurt tozunun pH ölçümü için tozlar belirlenen her bir depolama periyodunda rekonstitüe ayrana dönüştürülüp ölçüm yapılmıştır. Asitlik tayini TS 1018 Çiğ İnek Sütü Standardı (Anonim, 1994)'e, kuru madde ve toplam azot miktarı AOAC (1990)'a, yağ tayini Kurt ve ark (2003)'e göre yapılmıştır.

2.2.2. Fiziksel analizler

Yoğurt tozunda ve rekonstitüe ayranlarda renk değerleri Minolta CR-400 cihazı ile, serum ayrılması değerleri Özünlü (2005)'e viskozite değerleri Brookfield Dv-III Ultra Programmable Rheometer kullanılarak ölçülmüştür.

Yoğurt tozunda çözünürlük analizi, IDF 129A'ya (Anonim, 1988) göre yapılmıştır. 13 g toz örnek tartılmış ve üzerine 25 °C'de 100 ml damıtık su eklenmiştir. Köpürmeyi önlemek amacıyla 2-3 damla amil alkol damlatılmıştır. Karışım bir bağıt ile 90 saniye karıştırıldıktan sonra 15 saniye bekletilmiştir. Daha sonra alt kısmı konik şekilli ve ölçülü santrifüj tüplerine 50 ml aktarılmış ve 1100 dev/dak'da 5 dakika santrifüjlenmiştir. Çökelti kısmına dokunmadan çökelti kısmına yüzeyden yaklaşık 5 ml kalıncaya kadar sıvı kısım bir sifon yardımıyla boşaltılmış, dipte kalan çökelti karıştırılarak üzerine 25°C'de 25 ml damıtık su eklenmiş, karıştırılmış ve 50 ml'ye tamamlanarak tekrar 1100 dev/dak'da 5 dakika santrifüjlenmiştir. Santrifüjden alınan tüplerin çökelti seviyesi (Ç) okunmuştur. Örneklerin çözünebilirlik oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Eş.1).

$$\text{Çözünebilirlik oranı (\%)} = 100 - 2\text{Ç} \quad (1)$$

Yoğurt tozunda dağılılabilirlik ve ıslanabilirlik analizleri FIL-IDF:87'ye (Anonim, 1979) göre yapılmıştır. Yoğurt tozunda dağılılabilirlik analizi için, 13 g toz örnek tartılmış ve 25 °C'de 100 ml su içerisine 2.5 s içerisinde tamamen boşaltılmıştır. Bu aşamada kronometre çalıştırılmış ve 20 s içerisinde 20 dairesel hareket yapıldıktan sonra karıştırmaya son verilmiştir. Tüm topakçıklar tamamen eridiğinde, kronometre durdurulmuş ve sonuç, saniye cinsinden geçen süre olarak kaydedilmiştir.

Yoğurt tozunda ıslanabilirlik analizi için, 13 g toz örnek tartılmış ve 25 °C’de 100 ml su içerisine 2.5 s içerisinde tamamen boşaltılmıştır. Bu aşamada kronometre çalıştırılmış ve tüm partiküller tamamen battığında kronometre durdurulmuş ve sonuç, saniye cinsinden geçen süre olarak kaydedilmiştir.

2.2.3. Mikrobiyolojik analizler

Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus, *Streptococcus thermophilus*, Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) ve Toplam maya- küf sayımı TS ISO 7889 (Anonim, 2004) standardına göre yapılmıştır. Dökme plak yöntemi kullanılmış olup koloni sayımı sonucu, “koloni oluşturma birimi/g kurumadde” (KOB/g KM) olarak belirlenmiştir. Yoğurt tozları rehidre edilmeden direk 1 gram örnek alınarak seyreltme işlemi yapılmıştır.

Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus sayımı için MRS agara ekim yapıldıktan sonra 37 °C’de 72 saat anaerobik ortamda inkübe edilerek belirlenmiştir. Petrilerde gelişen tüm koloniler *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* olarak değerlendirilmiştir.

Streptococcus thermophilus sayımı için M-17 agara ekim yapıldıktan sonra 37 °C’de 48 saat inkübe edilerek belirlenmiştir. Petrilerde gelişen tüm koloniler *Streptococcus thermophilus* olarak değerlendirilmiştir.

Toplam mezofilik bakterilerin sayısı PCA besiyerine ekim yapıldıktan sonra 37 °C’de 48 saat inkübe edilerek belirlenmiştir. Petrilerde gelişen tüm koloniler mezofilik bakteri olarak değerlendirilmiştir.

Maya-küf sayımı için sterilize PDA besiyeri pH 3.5’a kadar asitlendirilerek ekim yapılmış ve 25 °C’de 5 gün inkübe edilerek belirlenmiştir. Petrilerde gelişen tüm koloniler Maya-küf olarak değerlendirilmiştir.

2.2.4. Duyusal analizler

Rekonstitüe ayran örneklerinin duyusal analizi 25-50 yaş aralığı 5 kişilik deneyimli panelist grubu tarafından belirlenen periyotlarda yapılmıştır. Duyusal analizler için 5 puanlık skalada örneklerin görünüş, kıvam, tat, koku, renk ve genel beğenirlikleri değerlendirilmiştir. Tadım aralarında panelistlere su verilmiştir.

2.2.5. İstatistiksel analizler

Çalışmada elde edilen verilerin istatistik analizinde, SAS 9.4 paket programı kullanılmıştır. Gruplara ait ortalamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde genel doğrusal model (GLM) analizi yapılmış, ikiden fazla olan gruplar arasındaki farklılıkların önemli olup-olmadığının belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır. Duyusal analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde parametrik olmayan iki yönlü varyans analizi kullanılarak, renk, görünüş, koku, tat ve genel beğeni grupları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Bonferroni çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (SAS, 2014).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Yoğurt tozlarında saptanan özellikler

3.1.1. Kimyasal özellikler

Konveksiyonel (K) ve Liyofilize (L) olmak üzere iki farklı yöntemle üretilen yoğurt tozlarında saptanan pH, asitlik, kurumadde, yağ ve protein değerleri istatistiksel olarak değerlendirilip Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2’den yoğurt tozlarının pH değerleri incelendiğinde; depolama periyoduna göre örneklerin pH değerlerinde bir azalış söz konusu olsa da bu azalış istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmamıştır. Fakat yoğurt tozu üretim yönteminin pH değerleri arasında meydana getirdiği farklılık örnekler arasında önemli tespit edilmiştir. Örneklerin pH değerleri arasındaki farklılığın K örneğinin üretim yöntemindeki yüksek sıcaklık ve sürenin etkisiyle meydana gelen asitlik artışına bağlı olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 2. Depolama süreci boyunca yoğurt tozlarında saptanan kimyasal özellikler

Analiz	Örnek	Depolama Periyodu (Gün)				
		1	15	30	60	90
pH	K	3.96±0.01 ^{B,a}	3.96±0.04 ^{B,a}	3,94± 0,01 ^{B,a}	3.91± 0,04 ^{B,a}	3.89±0.01 ^{B,a}
	L	4.48±0.02 ^{A,a}	4.47 ± 0,00 ^{A,a}	4.45 ± 0.03 ^{A,a}	4.43 ± 0.02 ^{A,a}	4.40 ±0.05 ^{A,a}
Asitlik (%)	K	8.84±0.28 ^{A,a}	8.89±0.04 ^{A,a}	9.09±0.02 ^{A,a}	9.26±0.07 ^{A,a}	9.47± 0.03 ^{A,a}
	L	8.23± 0.04 ^{B,a}	8.31± 0.07 ^{B,a}	8.52±0.04 ^{B,a}	8.61±0.04 ^{B,a}	8.79± 0.06 ^{B,a}
Kurumadde (%)	K	95.56±0.13 ^{A,a}	95.38±0.02 ^{A,a}	95.72±0.03 ^{A,a}	95.47±0.16 ^{A,a}	95.37± 0.66 ^{A,a}
	L	95.70±0.01 ^{A,a}	95.45±0.04 ^{A,a}	95.81±0.02 ^{A,a}	95.65±0.01 ^{A,a}	95.51±0.01 ^{A,a}
Yağ (%)	K	24.34±0.09 ^{A,a}	24.30±0.04 ^{A,a}	24.23±0.33 ^{A,a}	24.11±0.02 ^{A,a}	24.02 ± 0.16 ^{A,a}
	L	24.66±0.07 ^{A,a}	24.59±0.35 ^{A,a}	24.49±0.01 ^{A,a}	24.31± .16 ^{A,a}	24.27±0.16 ^{A,a}
Protein (%)	K	28.14±0.04 ^{B,a}	28.39±0.08 ^{B,a}	28.29±0.23 ^{B,a}	28.43±0.05 ^{B,a}	28.64± 0.03 ^{B,a}
	L	30.32±0.02 ^{A,a}	30.28±0.06 ^{A,a}	30.54±0.09 ^{A,a}	30.63±0.16 ^{A,a}	30.42± 0.04 ^{A,a}

^{a,b,c}, Küçük harfler aynı satırda aynı örneğe ait depolama periyotları arası farklılığı göstermektedir (P< 0.05).

^{A,B,C}, Büyük harfler aynı sütunda örnekler arası farklılığı göstermektedir (P< 0.05).

K: Konveksiyonel yöntemle üretilen yoğurt tozu.

L: Liyofilize yöntemle üretilen yoğurt tozu.

Depolama periyodu boyunca K ve L örneklerinin titrasyon asitliği artan değerler almıştır. Titrasyon asitliğindeki bu artışın nedeni, laktik asit bakterilerinin faaliyetlerinin devam etmesi sonucu laktozun laktik aside dönüşmesi olarak düşünülebilir. Üretim yönteminin titrasyon asitliğine etkisi önemli bulunmuştur (P<0.05). Nalchi (2014), liyofilize yöntem kullanarak ürettiği yoğurt tozunun asitlik değerini %8.54 olarak bulmuştur. Çalışmamızda yoğurt tozlarında tespit ettiğimiz titrasyon asitliği değerleri bu çalışmayla paralellik göstermektedir.

Depolama süresi boyunca yoğurt tozlarının kurumadde değerleri % 95.37-95.81 aralığında birbirine yakın değerler almıştır. Kurutulmuş üründe kuru madde içeriği, kurutma işleminin etkinliği açısından önemli bir parametredir. Kurutulmuş ürünün raf ömrünün uzun olması kuru madde içeriği ile yakından ilişkilidir. Kearney (2009), kurutulmuş toz ürünlerde kurumadde miktarının % 95'in üzerinde olması gerektiğini belirtmektedir. Nalchi (2014), liyofilize yöntem kullanarak ürettiği yoğurt tozunun kurumadde miktarını 94.29 olarak belirlerken; Koç (2008), püskürtmeli yöntemle ürettiği yoğurt tozunda 90 °C hava çıkış sıcaklığında kurumadde değerini % 96.02, 60 °C'de ise % 92.83 olarak belirlemiştir.

Üretilen yoğurt tozlarının yağ değerleri % 24.02 ile % 24.66 arasında değişim göstermiştir. Yağ değerlerindeki değişim üretim yöntemi ve depolama periyoduna göre istatistiksel olarak önemli değildir.

K ve L örneklerinin protein değerleri incelendiğinde K örneğinin protein değerinin L örneğinin protein değerinden daha düşük olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 2). Üretim yöntemindeki sıcaklık farkı örneklerin protein değerleri arasında önemli bir fark meydana getirmiştir (P<0.05). K örneğinin üretiminde kullanılan yüksek sıcaklıktan dolayı protein kaybı meydana gelmiştir.

Kumar ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada; 50 °C, 60 °C ve 70 °C'de konveksiyonel sıcak hava ile kurutulan Dahi (Hindistan yoğurdu) tozlarının protein içeriğini sırasıyla %1.48, %1.19, %1.08 olarak bulmuş ve sıcak hava artışına bağlı olarak suda çözünür proteinlerin nemle birlikte buharlaştığı buna bağlı olarak protein oranında azalış meydana geldiği belirtilmiştir. Benzer şekilde Tontul ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada da 60 °C'de kırım pencere kurutma ve -80 °C'de dondurarak kurutma ile kurutulan yoğurt tozlarının protein değeri sırasıyla 56.6 ve 57.4 olarak bulunmuştur.

3.1.2. Fiziksel özellikler

Yoğurt tozlarının depolama periyodu boyunca ölçülen renk, çözünürlük, dağılıbilirlik ve ıslanabilirlik özelliklerine ait istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Üç boyutlu CIE renk ölçüm sisteminde L*, siyahı ve beyazı (0 siyah-100 beyaz), a* kırmızılığı ve yeşilliği (- yeşil, +kırmızı) b* ise sarı ve maviliği (- mavi, +sarı) ifade etmektedir.

Depolama süresince K örneğinin; L* değeri 85.32 ile 87.79 aralığında, a* değeri -3.46 ile -3.25 aralığında, b* değeri 24.70 ile 26.15 aralığında belirlenirken, L örneğinin L* değeri 95.11 ile 95.98

aralığında, a* değeri -0.59 ile -0.31 aralığında, b* değeri 13.99 ile 15.32 aralığında belirlenmiştir. Süt ve süt ürünlerinde uygulanan ısı işlem etkinliği elde edilen ürünün rengini etkilediğinden dolayı K ve L örneklerinin renk tonları istatistiksel olarak önemli bir fark göstermiştir. Örneklerin renginde meydana gelen değişim konveksiyonel yöntemde yüksek sıcaklık nedeniyle meydana gelen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları ile ilişkilidir. Tontul ve ark. (2018) 50, 60 ve 70 °C’de kuruttukları yoğurt tozlarının renk değerlerinin sıcaklık artışına bağlı olarak L* ve a* değerinin azaldığı, b* değerinin arttığını gözlemlemişlerdir. Renk değerlerinde meydana gelen değişimin sebebi sıcaklık artışına bağlı meydana gelen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından kaynaklandığı ifade edilmiştir. Benzer sonuçlar Carvalho ve ark. (2017) tarafından da ifade edilmiştir.

Çözünebilme oranı, süt veya süt ürünlerinden elde edilen toz gıdaların kalitesinin belirlenmesinde çok yaygın olarak kullanılan bir analiz yöntemidir. Çizelge 3 incelendiğinde üretilen yoğurt tozlarının çözünürlük özellikleri K örneklerinde 72.40 ile 74.30, L örneklerinde 84.60 ile 86.20 aralığında olduğu görülmektedir. Depolama süresinin örneklerin çözünürlük değerine etkisi önemsiz iken, üretim yönteminin örneklerin çözünürlük değerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Diona- Georgeta ve ark. (2016) 100 °C’de konveksiyonel sıcak hava ile kuruttukları yoğurt tozunun çözünürlük değerini % 26 olarak bulmuştur. Dibyakonta ve ark. (2017) ile Koç ve ark. (2014) sprey kurutma ile kuruttukları yoğurt tozlarının çözünürlük değerlerini sırasıyla % 72-88 ve % 65-72 aralığında bulmuştur. Çalışmacıların kurutma sistemlerinde giriş hava sıcaklığı arttıkça çözünürlük oranı azalmıştır. Tozların çözünürlük oranı laktoz, denatüre olmuş serum proteini, çözünür tuzlar, ortamın pH’sı gibi faktörlerden etkilenir (Fang ve ark., 2008). Süt ve süt ürünlerinden yapılan tozların çözünürlüğü protein denatürasyon düzeyine göre değişir. Tozların üretim sürecindeki ısı işlemler proteinlerin denatürasyonuna neden olur. Denatüre olan proteinlerin çözünürlüğünün düşük olması tozun çözünürlüğünü de düşürür. Aynı zamanda, serum proteinlerinin çözünebilme yeteneğinin pH 7’de yüksek iken, pH 5’in altına inildiğinde %15 oranında düştüğü de belirtilmektedir (Thomas ve ark., 2004). Yukarıdaki literatür bilgilerine paralel olarak çalışmamızda K örneğinin üretim yöntemindeki yüksek sıcaklık ve daha düşük pH değeri çözünürlük oranının da düşük olmasına sebep olmuştur.

Çizelge 3. Depolama periyodu boyunca yoğurt tozlarında belirlenen fiziksel özellikler

Analiz	Örnek	Depolama Periyodu (Gün)				
		1	15	30	60	90
Renk	L*	85.67±0.49 ^{B,a}	85.32±0.21 ^{Ba}	86.02±0.12 ^{B,a}	86.88±0.38 ^{B,a}	87.79±0.77 ^{B,a}
	K a*	-3.36±0.05 ^{B,a}	-3.25±0.05 ^{B,a}	-3.46±0.06 ^{B,a}	-3.28±0.03 ^{B,a}	-3.32±0.02 ^{B,a}
	b*	25.47±1.62 ^{A,a}	25.83±0.25 ^{A,a}	26.15±1.22 ^{Aa}	25.36±0.35 ^{Aa}	24.70±0.03 ^{Aa}
Renk	L*	95.26±0.04 ^{A,a}	95.56±0.40 ^{A,a}	95.98±0.62 ^{A,a}	95.11±0.21 ^{A,a}	95.51±0.31 ^{A,a}
	L a*	-0.31±0.05 ^{A,a}	-0.40±0.03 ^{A,a}	-0.50±0.15 ^{A,a}	-0.55±0.10 ^{A,a}	-0.59±0.02 ^{A,a}
	b*	13.99±0.02 ^{B,a}	14.94±0.20 ^{B,a}	14.02±0.37 ^{B,a}	15.32±0.18 ^{B,a}	14.05±0.12 ^{B,a}
Çözünürlük (%)	K	73.50±0.50 ^{A,a}	72.80±0.20 ^{A,a}	74.30±0.40 ^{A,a}	72.70±0.30 ^{A,a}	72.40±0.20 ^{A,a}
	L	86.00±0.00 ^{B,a}	86.20±0.20 ^{B,a}	85.50±0.50 ^{B,a}	84.60±0.40 ^{B,a}	85.60±0.20 ^{B,a}
Dağılılırlık (s)	K	997±12.50 ^{B,a}	1027±14.00 ^{B,a}	1043±12.50 ^{B,a}	1039±23.50 ^{B,a}	1007±16.00 ^{B,a}
	L	1165±10.00 ^{A,a}	1117±14.00 ^{A,a}	1090±0.75 ^{A,a}	1101±18.00 ^{A,a}	1183±33.50 ^{A,a}
Islanabilirlik (s)	K	1248±13.00 ^{B,a}	1219±71.00 ^{B,a}	1237±7.50 ^{B,a}	1245±17.50 ^{B,a}	1227±19.50 ^{B,a}
	L	1331±11.50 ^{A,a}	1311±43.00 ^{A,a}	1323±9.00 ^{A,a}	1302±4.50 ^{A,a}	1346±6.50 ^{A,a}

^{a,b,c}, Küçük harfler aynı satırda aynı örneğe ait depolama periyotları arası farklılığı göstermektedir (P<0.05).

^{A,B,C}, Büyük harfler aynı sütunda örnekler arası farklılığı göstermektedir (P<0.05).

K: Konveksiyonel yöntemle üretilen yoğurt tozu.

L: Liyofilize yöntemle üretilen yoğurt tozu.

Çizelge 3’e göre depolama periyodu boyunca K ve L örneklerinin dağılılırlık ve ıslanabilirlik değerlerindeki değişim üretim yöntemine göre önemli görülmüştür (P<0.05). Dağılılırlık ve ıslanabilirlik değeri; tozun morfolojisi, boyutu, geometrisi ve gözenekliliği ile doğrudan ilişkilidir ve daha düşük dağılıma ve ıslatma süresi arzu edilen bir özelliktir. Ayrıca toz materyalin yağ içeriği dağılıma ve ıslanma süresini olumsuz etkiler. Çünkü yağ yüzeyde hidrofobik bir yapı oluşturup yüzeyi yapışkan

bir köprü gibi kaplayarak dağılma ve ıslanma süresini uzatır (Seth ve ark., 2017). Sıcaklığın artırılması, tersinmez olarak denatürasyonun artmasına sebebiyet verdiği için, süt ürünlerinin rekonstitüe edilmesi sırasında denatüre olmuş proteinin sabit bir dağılılabirlik ve ıslanabilirlik göstermediği belirtilmiştir (Nale, 2013).

Koç (2008), püskürtmeli kurutucuyla yoğurt tozu üretim prosesinin optimizasyonu üzerine yaptığı tez çalışmasında; yoğurt tozlarının dağılılabirlik sürelerini 194-897, ıslanabilirlik sürelerini 316-1007 saniye aralığında tespit etmiştir. Kim ve ark. (2002), yaptıkları bir çalışmada püskürtmeli kurutucuda kurutularak elde edilen üç farklı endüstriyel süt tozu ürünü olarak belirledikleri yağsız süt tozu, yağlı süt tozu ve süt yağı tozunun fizikokimyasal davranışlarını incelemişlerdir. Yağsız süt tozu örneğinde ıslanabilirlik süresi yaklaşık 10 dakika sürerken, diğer örneklerde 15 dakikadan uzun süreler tespit edilmiştir.

Literatür çalışmalarına paralel olarak örneklerimizde yağ oranının yüksek olması K ve L örneklerinin dağılılabirlik ve ıslanabilirlik sürelerini olumsuz etkilediği ve süreyi arttırdığı gözlemlenmiştir.

3.1.3. Mikrobiyolojik özellikler

Depolama süreci boyunca yoğurt tozlarında saptanan mikrobiyolojik özellikler log KOB/g olarak Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4. Depolama süreci boyunca yoğurt tozlarında saptanan mikrobiyolojik özellikler (log KOB/g)

Örnek	Sayımı yapılan mikroorganizma	Depolama Periyodu (Gün)				
		1	15	30	60	90
K	<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus</i>	3.71±0.01 ^{B,a}	3.68±0.02 ^{B,a}	3.32±0.01 ^{B,ab}	2.97±0.02 ^{B,ab}	2.68±0.03 ^{B,b}
	<i>Streptococcus thermophilus</i>	4.45±0.04 ^{B,a}	4.36±0.07 ^{B,a}	4.30±0.03 ^{B,a}	4.24±0.07 ^{B,a}	4.17±0.17 ^{B,a}
	TMAB	5.19±0.02 ^{A,a}	5.14±0.30 ^{A,a}	5.12±0.16 ^{A,a}	5.16±0.12 ^{A,a}	5.10±0.09 ^{A,a}
	Toplam maya-küf	T.E	0.50±0.01 ^{A,a}	0.70±0.02 ^{A,a}	0.78±0.07 ^{A,a}	0.62±0.10 ^{A,a}
	<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus</i>	5.67±0.03 ^{A,a}	5.65±0.04 ^{A,a}	5.56±0.04 ^{A,a}	5.50±0.01 ^{A,a}	5.41±0.04 ^{A,a}
L	<i>Streptococcus thermophilus</i>	6.80±0.01 ^{A,a}	6.70±0.05 ^{A,ab}	6.63±0.00 ^{A,ab}	6.47±0.07 ^{A,b}	6.44±0.04 ^{A,b}
	TMAB	4.91±0.07 ^{A,a}	4.95 ±0.04 ^{A,a}	4.99±0.04 ^{A,a}	4.96±0.02 ^{A,a}	4.90±0.03 ^{A,a}
	Toplam maya-küf	T.E	0.52±0.00 ^{A,a}	0.78±0.02 ^{A,a}	0.61±0.07 ^{A,a}	0.70±0.02 ^{A,a}
	<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus</i>	5.67±0.03 ^{A,a}	5.65±0.04 ^{A,a}	5.56±0.04 ^{A,a}	5.50±0.01 ^{A,a}	5.41±0.04 ^{A,a}

^{a,b,c}, Küçük harfler aynı satırda aynı örneğe ait depolama periyotları arası farklılığı göstermektedir (P< 0.05).

^{A,B,C}, Büyük harfler aynı sütunda örnekler arası farklılığı göstermektedir (P< 0.05).

K: Konveksiyonel yöntemle üretilen yoğurt tozu.

L: Liyofilize yöntemle üretilen yoğurt tozu.

T.E: Tespit Edilemedi.

Kurutma işlemi sonrasında yoğurt tozu kalitesini etkileyen kalite ölçütlerinden biri canlı laktik asit bakterisi sayısıdır. FAO/WHO’ya göre taze yoğurtta ve yoğurt tozunda *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bakterileri taze yoğurt tozunda minimum 5x10⁸ KOB/g düzeyinde bulunmalıdır.

Bilindiği üzere kurutulmuş örneklerin stabilitesi depolama süresince azalma gösterir. Ancak düşük sıcaklıklarda depolama var olan mikroorganizma yoğunluğunun hayatta kalma oranını arttırmaktadır (Nale, 2013). Çalışmamızda yoğurt tozlarının +4 °C’de depolanması ve ayrıca dış ortamın neminden etkilenmesini engelleyen ambalaj malzemesinde saklanması depolama süresince var olan mikroorganizma yoğunluğunu korumuş ve bakteri sayısının azalışını sınırlandırmıştır.

Çizelge 4 incelendiğinde K ve L örneklerinin *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* sayısı depolama süresince azalan değerler göstermiştir. K örneğindeki *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* sayısındaki azalış 1. Ve 90. Günlerde istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). K örneğinde saptanan *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* sayısının L örneğinde saptanan *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* sayısından daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumun K örneğinin

üretim yönteminde kullanılan yüksek sıcaklık ve sürenin bakteri sayısını olumsuz etkilemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmamızda yoğurt tozu üretiminde kullanılan taze yoğurdun *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* sayısı sırasıyla 7.21 log KOB/g ve 7.58 log KOB/g olarak bulunmuştur. Kurutma işleminden sonra ilk gün yapılan analizlerde K örneğinde *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* sayısı sırasıyla 3.71 ve 4.45 log KOB/g, olarak; L örneğinde *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* sayısı sırasıyla 5.67 ve 6.80 log KOB/g, olarak bulunmuştur. Ergun ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada taze yoğurt ve dondurarak kurutma ile elde ettikleri yoğurt tozunda *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* sayısını sırasıyla 7.69 ve 6.31 log KOB/g olarak bulurken *Streptococcus thermophilus* sayısını sırasıyla 9.83 ve 9.45 log KOB/g olarak bulmuştur.

Tontul ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada; yoğurt tozu üretiminde kullanılan taze yoğurtta 9 log olan *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* sayısını 60 °C'de ve 0.5 mm kalınlığında sererek ürettiği yoğurt tozunda 4.48 log kob/g olarak belirlerken, dondurarak kurutma ile elde ettiği yoğurt tozunda 8.5 log KOB/g olarak belirlemiştir.

K ve L örneklerinde *Streptococcus thermophilus* sayısı *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* sayısından daha yüksek bulunmuştur. Konveksiyonel kurutmada sıcaklığın etkisiyle *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* bakterisinin membran geçirgenliği zarar gördüğünden dolayı bakteri sayısında daha fazla azalma görülür. Bu durum *Streptococcus thermophilus* bakterisinin *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* bakterisinden daha dirençli olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar literatürdeki bulgularla da desteklenmektedir (Ergün ve ark., 2013).

Yoğurt tozlarında saptanan TMAB sayısı log KOB/g olarak K örneğinde 5.19-5.10, L örneğinde 4.99-4.90 aralığında değişen değerler almıştır. K örneğinde depolama süresince tespit edilen TMAB sayısı L örneğinden daha yüksek bulunmasına rağmen depolama süresinin ve örneklerin üretim yönteminin TMAB sayısına etkisi istatistiksel olarak önemli görülmemiştir. TS 1329 Süttozu standardına göre, süttozunda bulunması gereken TMAB sayısı $5 \times 10^4 - 10^5$ adet/g olması gerektiği bildirilmektedir. Bu değerlere göre çalışmamızda K ve L örneklerinde tespit ettiğimiz TMAB sayısı standartlara uygunluk göstermektedir.

Çizelge 4 incelendiğinde depolamanın 1. Gününde K ve L örneklerinde maya ve küf tespit edilememiştir. Depolamanın ilerleyen günlerinde örneklerde saptanan toplam maya- küf sayıları çok küçük miktarda ve birbirine çok yakın değerler almıştır. Depolama süresi ve örneklerin üretim yöntemleri maya-küf sayısını etkilememiştir. Mikrobiyolojik kriterler tebliğine göre süttozunda bulunması gereken maya- küf sayısının en fazla 10^3 olması gerektiği bildirilmektedir. Çalışmamızda tespit ettiğimiz maya- küf sayısı bu sınır değerinin çok altında tespit edilmiştir.

3.2. Rekonstitüe ayranlarda saptanan özellikler

3.2.1. Kimyasal analizler

Depolama süresi boyunca rekonstitüe ayranlarda saptanan kimyasal analiz sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir.

İçerisine % 0.5 tuz eklenip paketlenerek +4 °C saklanan yoğurt tozları 1., 15., 30., 60. Ve 90. Günlerde rekonstitüe edilip belirlenen analizler yapılmıştır. 1. Gün rekonstitüe edilen ayran örnekleri 15. Güne kadar +4 °C'de depolanıp, $K_{kontrol}$ ve $L_{kontrol}$ ayranları olarak nitelendirilmiştir. Böylece rekonstitüe edilen ayranların rekonstitütasyon işleminden sonra göstermiş olduğu değişimleri gözlemlemek, dayanım süresini belirlemek ve toz halde ile rekonstitüe halde saklamanın farkı belirlenmek istenmiştir.

90 günlük depolama süresince K rekonstitüe ayranlarının pH değeri L rekonstitüe ayranlarının pH değerinden düşük olduğu belirlenmiştir. Üretim yönteminin farklılığı rekonstitüe ayranların pH değerini etkilemiştir ($P < 0.05$). $K_{kontrol}$ ve $L_{kontrol}$ ayranlarının pH değerinin 15. Günün sonunda K ve L ayranlarına göre istatistiksel olarak önemli bir azalış gösterdiği gözlemlenmiştir. 90 gün boyunca toz halde saklanan ve depolama boyunca pH bakımından önemli bir değişiklik göstermeyen ayran tozlarının rekonstitüe edildikten sonraki 15. Günün sonunda pH değerlerinin önemli derecede azalış gösterdiği görülmüştür. Bu durum temel olarak ayranların toz halinde saklanmasıyla ilgili avantajını, çalışmamızın amacını ve ulaşılmak istenen asıl sonucu ortaya koymaktadır.

Çizelge 5. Depolama süreci boyunca rekonstitüe ayranlarda saptanan kimyasal özellikler

Analiz	Örnek	Depolama Periyodu (Gün)				
		1	15	30	60	90
PH	K	3.96±0.01 ^{B,a,X,x}	3.96±0.04 ^{B,a,X,x}	3.94± 0.01 ^{B,a}	3.91± 0.04 ^{B,a}	3.89±0.01 ^{B,a}
	L	4.48±0.02 ^{A,a,X,x}	4.47 ± 0.0 ^{A,a,X,x}	4.45 ± 0.03 ^{A,a}	4.43 ± 0.02 ^{A,a}	4.40 ±0.05 ^{A,a}
	K Kontrol	3,96 ± 0.01 ^{X,x}	3.58±0.01 ^{Y,y}			
	L Kontrol	4,48± 0.02 ^{X,x}	3,99±0.02 ^{Y,y}			
Asitlik (%)	K	1.13±0.03 ^{A,a,X,x}	1.15±0.01 ^{A,a,Y,x}	1.18±0.01 ^{A,a}	1.21±0.01 ^{A,a}	1.29±0.01 ^{A,a}
	L	0.72±0.04 ^{B,a, X,x}	0.75±0.05 ^{B,a, Y,x}	0.80 ±0.03 ^{B,a}	0.86±0.01 ^{B,a}	0.92±0.05 ^{B,a}
	K Kontrol	1.13±0.03 ^{X,y}	1.36±0.00 ^{X,x}			
	L Kontrol	0.72±0.04 ^{X,y}	1,00±0.01 ^{X,x}			
Kurumadde(%)	K	11.72±0.04 ^{A,a,X,x}	11.74±0.15 ^{A,a,X,x}	11.45±0.02 ^{A,a}	11.58±0.02 ^{A,a}	11.71±0.08 ^{A,a}
	L	11.68 ±0.16 ^{A,a,X,x}	11.73±0.02 ^{A,a, X,x}	11.62±0.17 ^{A,a}	11.50±0.07 ^{A,a}	11.68±0.08 ^{A,a}
	K Kontrol	11.72±0.04 ^{X,x}	11.75 ±0.02 ^{X,x}			
	L Kontrol	11.68±0.16 ^{X,x}	11.70±0.03 ^{X,x}			
Yağ (%)	K	3,10±0.05 ^{A,a, X,x}	3.00±0.05 ^{A,a,X,x}	3.10±0.10 ^{A,a}	2.95±0.05 ^{A,a}	3.05±0.05 ^{A,a}
	L	3.00±0.03 ^{A,a, X,x}	3,05±0.10 ^{A,a, X,x}	3.10±0.05 ^{A,a}	3.05±0.05 ^{A,a}	3.00±0.10 ^{A,a}
	K Kontrol	3,10±0.05 ^{X,x}	3.05±0.05 ^{X,x}			
	L Kontrol	3.00±0.03 ^{X,x}	2,95±0.05 ^{X,x}			
Protein (%)	K	3.19±0.07 ^{B,a, X,x}	3.25±0.04 ^{B,a, X,x}	3.31±0.02 ^{B,a}	3.20±0.06 ^{B,a}	3.26±0.02 ^{B,a}
	L	4.18±0.02 ^{A,a, X,x}	4.10±0.06 ^{A,a, X,x}	4.12±0.05 ^{A,a}	4.23±0.08 ^{A,a}	4.29±0.02 ^{A,a}
	K Kontrol	3.19±0.07 ^{X,x}	3.23±0.03 ^{X,x}			
	L Kontrol	4.18±0.02 ^{X,x}	4.13±0.04 ^{X,x}			

^{A,B,C}, Büyük harfler aynı sütunda örnekler arası farklılığı göstermektedir (P< 0.05).

^{a,b,c}, Küçük harfler aynı satırda aynı örneğe ait depolama periyotları arası farklılığı göstermektedir (P< 0.05).

^{X,Y}, Büyük harfler 1. Ve 15. Günlerde aynı sütunda örnekler arası farklılığı göstermektedir (P< 0.05).

^{x,y}, Küçük harfler 1. ve 15. günlerde aynı satırda aynı örneğe ait depolama periyotları arası farklılığı göstermektedir (P< 0.05).

K: Konveksiyonel yöntemle üretilen yoğurt tozundan rekonstitüe edilen ayran.

L: Liyofilize yöntemle üretilen yoğurt tozundan rekonstitüe edilen ayran.

Akçay (2016) “Acılı ayran üretimi ve bazı özelliklerinin araştırılması” adlı tez çalışmasında 20 günlük depolama periyodunda kontrol örneğinin pH değerini 4.31 ile 3.65 aralığında azalan değerlerde bulmuştur. Farklı starter kültür kullanılarak üretilen ayranların kalite özelliklerinin incelendiği bir araştırmada; 21 günlük depolama süresince pH değeri; 1. günde 4.64, 21. Günde 3.83 olarak tespit edilmiştir (Polat, 2009). Çalışmamızda ayranların göstermiş olduğu pH değişimleri yapılan literatür çalışmalarına paralel şekilde bulunmuştur.

Titre edilebilir asitlik değeri, ayranın tat ve aromasıyla ilgili bir kalite kriteri olup ayranın tüketilebilirliği özelliğini kaybetmeden saklanabileceği sürenin belirlenmesinde son derece etkili bir faktördür. Ayranın titrasyon asitliği değeri laktik asit cinsinden en az % 0.6 olması gerektiği belirtilmiştir (Akçay, 2016). Çalışmamızda depolama periyoduna göre rekonstitüe ayranların titrasyon asitliği değerleri bir artış gösterse de bu artış önemli bulunmamıştır (P>0.05). Ancak üretim yönteminin farklılığı rekonstitüe ayranların titrasyon asitliği değerini istatistiksel olarak etkilemiştir. K_{kontrol} ve L_{kontrol} ayranlarının 15 günlük depolanmasında titrasyon asitliğinde önemli bir artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Asitlik derecesinin artışı, örnekleri tat- aroma yönünden de olumsuz etkilemiştir. Toz halinde saklanan ayran örnekleri 90 günlük depolama süresince 90. günde bile hala ilk günkü tat aromayı verebiliyorken, sulandırılmış halde depolanan ayranlar 15. günün sonunda önemli düzeyde tat- aroma değişimleri göstermiştir. Bu durum ayranların toz halde saklanması avantajını ve çalışmamızın temel amacını ortaya koymaktadır.

Ayranın fizikokimyasal, mikrobiyolojik, duyuusal ve probiyotik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda titrasyon asitliği analizi yapılmıştır. Ayran örneklerinde belirlenen titrasyon asitliği değerleri 1. gün sonunda % 0.80-0.95, 15. gün sonunda % 0.93-1.10 ve 30. gün sonunda % 0.95-1.16 arasında değişmiştir (Zengin, 2011). Akçay (2016), çalışmasında 20 günlük depolama periyodunda kontrol örneğinin titrasyon asitliği değerlerini 0.56 ile 0.72 arasında artan değerlerde bulmuştur. Çalışmamızda yoğurt tozu üretim yönteminin etkisi nedeniyle K örneğinin titrasyon asitliği değerleri literatür çalışmalarından biraz yüksek bulunmuştur

ancak L örneğinin titrasyon asitliği literatür çalışmalarına paralel şekildedir. Bu durum dondurularak kurutulan örneklerin konveksiyonel kurutulan örneklere göre ürünün yapısını daha az değiştirdiğini ve daha iyi derecede sonuç alındığını göstermektedir.

Rekonstitüe ayranlar ile $K_{kontrol}$ ve $L_{kontrol}$ ayranları depolama süresi boyunca kurumadde, yağ ve protein değerleri bakımından önemli değişiklikler göstermemiştir ($P>0.05$).

3.2.2. Fiziksel analizler

Depolama süresi boyunca rekonstitüe ayranlarda saptanan serum ayrılması, viskozite ve renk ölçümleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çalışmamızda K ve L rekonstitüe ayranlarının serum ayrılması değerinin belirlenmesi için; depolama süresince belirlenen günlerde hazırlanan ayranlar 100 ml'lik silindirik mezürlerde +4 °C'de 1 günlük depolanmıştır. 1 günlük depolamanın ardından serum ayrılması değerleri saptanmıştır.

K ve L rekonstitüe ayranlarında saptanan serum ayrılması değerleri incelendiğinde; depolama süresince K örneklerinin serum ayrılması değerlerinin L örneklerinin serum ayrılması değerlerinden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 6. Depolama süreci boyunca rekonstitüe ayranlarda saptanan fiziksel özellikler

Analiz	Örnek	Depolama Periyodu (gün)				
		1	15	30	60	90
Serum Ayrılması (%)	K	3.30±0.01 ^{A,a,X,x}	3.50±0.50 ^{A,a,Y,x}	3.70±0.30 ^{A,a}	3.60±0.40 ^{A,a}	3.50±0.25 ^{A,a}
	L	1.10±0.10 ^{B,a,X,x}	1.00±0.20 ^{B,a,Y,x}	1.40±0.20 ^{B,a}	1.20±0.20 ^{B,a}	1.30±0.10 ^{B,a}
	$K_{kontrol}$	3.30±0.01 ^{X,y}	26.00±2.00 ^{X,x}			
	$L_{kontrol}$	1.10±0.10 ^{Y,y}	11.00±1.00 ^{Y,x}			
Viskozite (cP)	K	8.39±0.14 ^{B,a,X,x}	8.11±0.12 ^{B,a,X,x}	8.25±0.07 ^{B,a}	7.93±0.26 ^{B,a}	7.85±0.07 ^{B,a}
	L	39.60±1.91 ^{A,a,X,x}	39.15±0.24 ^{A,a,X,x}	38.90±0.10 ^{A,a}	38.51±0.65 ^{A,a}	38.18±0.21 ^{A,a}
	$K_{kontrol}$	8.39±0.14 ^{Y,x}	8.28±0.21 ^{Y,x}			
	$L_{kontrol}$	39.60±1.91 ^{X,x}	39.53±0.06 ^{X,x}			
L*	K	86.71±0.97 ^{B,a,X,x}	87.69±0.10 ^{B,a,X,x}	87.30±0.52 ^{B,a}	88.99±0.72 ^{B,a}	87.59±0.77 ^{B,a}
	L	95.38±0.00 ^{A,a,X,x}	95.01±0.13 ^{A,a}	95.62±0.16 ^{A,a}	95.73±0.37 ^{A,a}	95.94±0.86 ^{A,a}
	$K_{kontrol}$	86.71±0.97 ^{X,x}	85.04±0.46 ^{X,x}			
	$L_{kontrol}$	95.38±0.00 ^{X,x}	93.79±0.05 ^{X,x}			
Renk a*	K	-2.00±0.13 ^{B,a,X,x}	-2.07±0.04 ^{B,a,X,x}	-2.05±0.13 ^{B,a}	-2.13±0.06 ^{B,a}	-2.25±0.02 ^{B,a}
	L	-0.18±0.02 ^{A,a,X,x}	-0.20±0.10 ^{A,a,X,x}	-0.15±0.04 ^{A,a}	-0.23±0.01 ^{A,a}	0.21±0.05 ^{A,a}
	$K_{kontrol}$	-2.00±0.13 ^{X,x}	-1.97±0.29 ^{X,x}			
	$L_{kontrol}$	-0.18±0.01 ^{X,x}	-0.21±0.08 ^{X,x}			
b*	K	16.23±1.10 ^{A,a,X,x}	16.86±0.84 ^{A,a,X,x}	16.15±0.52 ^{A,a}	16.74±0.75 ^{A,a}	16.70±0.03 ^{A,a}
	L	9.69±0.09 ^{B,a,X,x}	9.77±0.02 ^{B,a,X,x}	9.41±0.10 ^{B,a}	9.53±0.23 ^{B,a}	9.89±0.15 ^{B,a}
	$K_{kontrol}$	16.23±1.10 ^{X,x}	16.25±0.39 ^{X,x}			
	$L_{kontrol}$	9.69±0.09 ^{X,x}	9.93±0.37 ^{X,x}			

^{A,B,C} Büyük harfler aynı sütunda örnekler arası farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

^{a,b,c} Küçük harfler aynı satırda aynı örneğe ait depolama periyotları arası farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

^{X,Y} Büyük harfler 1. ve 15. günlerde aynı sütunda örnekler arası farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

^{x,y} Küçük harfler 1. ve 15. günlerde aynı satırda aynı örneğe ait depolama periyotları arası farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

K: Konveksiyonel yöntemle üretilen yoğurt tozundan rekonstitüe edilen ayran.

L: Liyofilize yöntemle üretilen yoğurt tozundan rekonstitüe edilen ayran.

1. günde $K_{kontrol}$, $L_{kontrol}$ örneklerinin serum ayrılması değerleri sırasıyla % 3.30 ve % 1.10 olarak ölçülürken, bu örnekler 15.güne kadar depolandığında serum ayrılması değerleri sırasıyla % 26 ve % 11 olarak tespit edilmiştir. Toz halde depolanıp 15. günde rekonstitüe edilen K ve L ayranlarının serum ayrılması değerleri ise sırasıyla % 3.50 ve % 1.00 olarak tespit edilmiştir. Toz halde depolanıp 15. günde rekonstitüe edilen K ve L ayranlarında serum ayrılması değerleri 1. güne göre önemli bir değişim sergilemezken, 15.günde K ve $K_{kontrol}$ örnekleri ile L ve $L_{kontrol}$ örneklerinin serum ayrılması değerinde 1. güne göre meydana gelen değişim önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Bu durum $K_{kontrol}$ ve $L_{kontrol}$

ayranlarında ciddi bir yapı kusuru iken, toz halde saklanıp daha sonra rekonstitüe edilen ayran örneklerinde 90 günlük depolama süresinde bile çok az miktarda serum ayrılması meydana gelmesi tüketiciler için daha çok tercih edilebilecek bir durumdur.

Yoğurt ve ayran gibi ürünlerin viskozitesi kalite ve reolojik özellikler bakımından oldukça önemlidir. Depolama süresinin viskozite değerlerindeki değişime etkisi önemsiz bulunmuştur. Üretim yöntemlerine göre K ve L rekonstitüe ayranları birbiriyle kıyaslandığında depolama süresince K ayranının viskozite değeri L ayranından daha düşük bulunmuştur. Viskozite değerleri arasındaki bu farklılık önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Bu farklılığın konveksiyonel yöntemle üretilen yoğurt tozunun yapısında bulunan proteinlerin yüksek sıcaklık etkisiyle bozunması ve su tutma kapasitesinin düşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Krasaekoopt ve Bhatia (2012); 50, 60 ve 70 °C’de kuruttukları yoğurt tozundan ürettikleri % 15 kuru maddeli içeceğin viskozite değerinin düşme sebebini, sıcaklık artışına bağlı olarak proteinlerin hasar görmesi olarak açıklamıştır.

90 günlük depolama süresince L örneği daha yüksek L^* , a^* değeri alırken daha düşük b^* değeri almıştır. Örneklerin üretim yöntemi L^* , a^* , b^* değerleri arasında istatistiksel olarak daha önemli bir farklılık meydana getirmiştir. Artan sıcaklığa bağlı olarak renk değişimlerinin meydana geldiği Tontul ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada da belirlenmiştir. $K_{kontrol}$ ve $L_{kontrol}$ ayranlarının renk değerlerinde 15 günlük depolama süresince önemli değişim gözlenmemiştir. Nalchi (2014), liyofilize yöntem kullanarak elde ettiği yoğurt tozundan ürettiği rekonstitüe yoğurdun 21 günlük depolama süresince kontrol örneğinde L^* , a^* , b^* değerlerinin değişmediğini vurgulamıştır.

3.2.3. Mikrobiyolojik özellikler

Depolama süresince belirlenen günlerde rekonstitüe edilen ayranların mikrobiyolojik özelliklerinde saptanan değerler Çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 7. Depolama süresince rekonstitüe ayranlarda saptanan mikrobiyolojik değerler (log KOB/ml)

Sayımı yapılan bakteri	Örnek	Depolama Periyodu (Gün)				
		1	15	30	60	90
<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	K	2.39±0.02 ^{B,a, X,x}	2.30±0.12 ^{B,a, X,x}	2.21±0.12 ^{B,a}	2.10±0.05 ^{B,a}	2.01±0.23 ^{B,a}
	L	4.50±0.05 ^{A,a,X,x}	4.47±0.02 ^{A,a, X,x}	4.41±0.07 ^{A,a}	4.32±0.03 ^{A,a}	4.29±0.08 ^{A,a}
	K kontrol	2.39±0.02 ^{X,x}	2.53±0.04 ^{X,x}			
	L kontrol	4.50±0.05 ^{X,x}	4.68±0.03 ^{X,x}			
<i>Streptococcus thermophilus</i>	K	3.25±0.01 ^{B,a, X,x}	3.16±0.06 ^{B,a, X,x}	3.05±0.01 ^{A,a}	2.97±0.08 ^{A,a}	2.89±0.02 ^{A,a}
	L	5.61±0.06 ^{A,a, X,x}	5.57±0.01 ^{A,a, X,x}	5.50±0.04 ^{A,a}	5.34±0.04 ^{A,a}	5.12±0.03 ^{A,a}
	K kontrol	3.25±0.01 ^{X,x}	3.58±0.06 ^{X,x}			
	L kontrol	5.61±0.06 ^{X,x}	5.82±0.07 ^{X,x}			
TMAB	K	4.17±0.03 ^{A,a,X,x}	4.11±0.24 ^{A,a, Y,x}	4.08±0.12 ^{A,a}	3.99±0.14 ^{A,a}	3.95±0.11 ^{A,a}
	L	3.83±0.03 ^{A,a, X,x}	3.89±0.03 ^{A,a, Y,x}	3.84±0.01 ^{A,a}	3.79±0.12 ^{A,a}	3.76±0.00 ^{A,a}
	K kontrol	4.17±0.03 ^{X,y}	6.75±0.21 ^{X,x}			
	L kontrol	3.83±0.03 ^{X,y}	5.78±0.04 ^{X,x}			
Toplam Maya-Küf	K	0.47 ^{A,a,X,x}	0.42±0.01 ^{A,a,Y,x}	0.61±0.03 ^{A,a}	0.49±0.01 ^{A,a}	0.85±0.01 ^{A,a}
	L	0.49 ^{A,a,X,x}	0.47±0.00 ^{A,a, Y,x}	0.54±0.01 ^{A,a}	0.67±0.01 ^{A,a}	0.32±0.03 ^{A,a}
	K kontrol	0.47 ^{X,y}	1.34±0.03 ^{X,x}			
	L kontrol	0.49 ^{X,y}	1.30±0.00 ^{X,x}			

^{A,B,C}, Büyük harfler aynı sütunda örnekler arası farklılığı göstermektedir ($P < 0.05$).

^{a,b,c}, Küçük harfler aynı satırda aynı örneğe ait depolama periyotları arası farklılığı göstermektedir ($P < 0.05$).

^{X,Y}, Büyük harfler 1. ve 15. günlerde aynı sütunda örnekler arası farklılığı göstermektedir ($P < 0.05$).

^{x,y}, Küçük harfler 1. ve 15. günlerde aynı satırda aynı örneğe ait depolama periyotları arası farklılığı göstermektedir ($P < 0.05$).

K: Konveksiyonel yöntemle üretilen yoğurt tozundan rekonstitüe edilen ayran.

L: Liyofilize yöntemle üretilen yoğurt tozundan rekonstitüe edilen ayran.

Depolama süresince örneklerin *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* sayılarının göstermiş olduğu değişim önemsiz bulunmuştur. Rekonstitüe ayranların TMAB sayısı K örneğinde 4.17-3.95 log KOB/ml, L örneğinde 3.89-3.76 log KOB/ml aralığında değişen değerler almıştır. $K_{kontrol}$ örneğinde TMAB sayısı 1.gün 4.17 log KOB/ml, 15.gün 6.75 log KOB/ml, $L_{kontrol}$ örneğinde 1.gün 3.83 log KOB/ml, 15. gün 5.78 log KOB/ml olarak artmıştır.

Yaptığımız çalışmada 90 gün boyunca toz halde depolayıp belirlenen periyotlarda rekonstitüe ettiğimiz ayranlarda TMAB bakterisi yoğunluğunun değişmemesine rağmen; rekonstitüe edip 15 gün depoladığımız ayranlarda bakterisi yoğunluğunun önemli düzeyde arttığı gözlemlenmiştir ($P<0.05$). Bu bakterisi yoğunluğundaki artış ortamdaki serbest su miktarının artmasına bağlı olarak bakterilerin hızla gelişip çoğalmasından kaynaklanmaktadır.

K ve L ayranlarında saptanan maya- küf sayıları depolama süresince sırasıyla 0.42- 0.85 log KOB/ml ve 0.32-0.67 log KOB/ml aralığında değişen değerlerde bulunmuştur. Depolama süresinin ve üretim yönteminin ayranların maya- küf sayısını etkilemediği tespit edilmiştir ($P>0.05$). $K_{kontrol}$ ve $L_{kontrol}$ ayranlarının 15 günlük depolama süresince maya- küf sayılarında önemli bir artış tespit edilmiştir. Ayrıca $K_{kontrol}$ ve $L_{kontrol}$ ayranlarının 15. günündeki maya- küf artışı, toz halde saklanan ve 15. gün rekonstitüe edilen K ve L örneklerine göre önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Çalışmamızda K ve L ayranlarında 90 günlük depolama süresince tespit edilen toplam maya- küf miktarı, Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliğinde belirtilen sınır değeri olan 2 log değerinin altında tespit edilirken; rekonstitüe halde depolanan $K_{kontrol}$ ve $L_{kontrol}$ ayranlarında 15 günlük depolama sonunda maya-küf miktarı önemli bir artış göstererek 2 log olan sınır değerine yaklaşmıştır.

3.2.4. Duyusal analizler

Rekonstitüe ayranlara ait duyusal değerlendirme bulguları Çizelge 8’de verilmiştir. K ve L ayranlarında yapılan duyusal analizlerde görünüş, kıvam tat, koku, renk özelliği bakımından L örneği panelistler tarafından daha çok beğenilmiştir. L örneğinin genel beğenirlik düzeyinin K örneğinden yüksek bulunması ve panelistler tarafından daha çok tercih edilmesi toz ürünlerin üretiminde liyofilize yöntemin ürünün niteliklerini daha iyi koruduğu sonucuna ulaştırmaktadır.

Çizelge 8. Depolama süresince rekonstitüe ayranlarda saptanan duyusal özellikler

Analiz	Örnek	Depolama Periyodu (Gün)				
		1	15	30	60	90
Görünüş	K	2.8±0.04 ^{B,a, X,x}	2.6±0.04 ^{B,a, X,x}	2.7±0.00 ^{B,a}	2.4±0.64 ^{B,a}	2.5±0.89 ^{B,a}
	L	4.6±0.35 ^{A,a}	4.4±6.48 ^{A,a}	4.6±0.48 ^{A,a}	4.2±0.94 ^{A,a}	4.8±0.00 ^{A,a}
	$K_{kontrol}$	2.8±0.04 ^{X,x}	2.5±0.10 ^{X,x}			
	$L_{kontrol}$	4.6±0.35 ^{X,x}	4.5±0.00 ^{X,x}			
Kıvam	K	3.4±0.48 ^{B,a, X,x}	3.6±0.67 ^{B,a, X,x}	3.2±0.33 ^{B,a}	3.4±0.94 ^{B,a}	3.5±0.50 ^{B,a}
	L	4.8±0.50 ^{A,a, X,x}	4.8±0.39 ^{A,a}	4.6±0.50 ^{A,a}	4.5±0.39 ^{A,a}	4.7±0.39 ^{A,a}
	$K_{kontrol}$	3.4±0.48 ^{X,x}	3.5±2.14 ^{X,x}			
	$L_{kontrol}$	4.8±0.50 ^{X,x}	4.6±1.15 ^{X,x}			
Tat	K	2.3±0.71 ^{B,a, X,x}	2.1±0.02 ^{B,a, X,x}	2.3±0.73 ^{B,a}	1.9±0.20 ^{B,a}	2.0±0.00 ^{B,a}
	L	4.8±0.34 ^{A,a, X,x}	4.9±0.81 ^{A,a, X,x}	4.5±0.84 ^{A,a}	4.7±0.00 ^{A,a}	4.8±0.59 ^{A,a}
	$K_{kontrol}$	2.3±0.71 ^{X,x}	1.0±0.00 ^{Y,y}			
	$L_{kontrol}$	4.8±0.34 ^{X,x}	3.0±0.43 ^{Y,y}			
Koku	K	3.5±0.82 ^{B,a}	3.6±0.19 ^{B,a, X,x}	3.4±0.72 ^{B,a}	3.5±0.63 ^{B,a}	3.2±0.13 ^{B,a}
	L	4.8±0.45 ^{A,a, X,x}	4.7±0.75 ^{A,a, X,x}	4.9±0.67 ^{A,a}	4.8±0.76 ^{A,a}	4.7±0.15 ^{A,a}
	$K_{kontrol}$	3.5±0.82 ^{X,x}	3.4±0.21 ^{X,x}			
	$L_{kontrol}$	4.8±0.45 ^{X,x}	4.5±0.54 ^{X,x}			
Renk	K	2.2±0.73 ^{B,a, X,x}	2.1±0.77 ^{B,a, X,x}	1.9±0.47 ^{B,a}	2.0±0.45 ^{B,a}	1.9±0.66 ^{B,a}
	L	4.7±0.94 ^{A,a, X,x}	4.8±0.89 ^{A,a, X,x}	4.9±0.48 ^{A,a}	4.7±0.94 ^{A,a}	4.9±0.48 ^{A,a}
	$K_{kontrol}$	2.2±0.73 ^{X,x}	2.0±0.45 ^{X,x}			
	$L_{kontrol}$	4.7±0.94 ^{X,x}	4.5±0.64 ^{X,x}			
Genel Beğeni	K	3.3±0.71 ^{B,a, X,x}	3.4±0.48 ^{B,a, X,x}	3.0±0.75 ^{B,a}	3.1±0.64 ^{B,a}	3.3±0.69 ^{B,a}
	L	4.2±0.41 ^{A,a, X,x}	4.0±0.03 ^{A,a, X,x}	4.0±0.00 ^{A,a}	4.4±0.33 ^{A,a}	4.6±0.39 ^{A,a}
	$K_{kontrol}$	3.3±0.71 ^{X,x}	3.0±0.05 ^{X,x}			
	$L_{kontrol}$	4.2±0.41 ^{X,x}	4.0±0.65 ^{X,x}			

^{A,B,C}, Büyük harfler aynı sütunda örnekler arası farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

^{a,b,c}, Küçük harfler aynı satırda aynı örneğe ait depolama periyotları arası farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

^{X,Y}, Büyük harfler 1. ve 15. günlerde aynı sütunda örnekler arası farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

^{x,y}, Küçük harfler 1. ve 15. günlerde aynı satırda aynı örneğe ait depolama periyotları arası farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

K: Konveksiyonel yöntemle üretilen yoğurt tozundan rekonstitüe edilen ayran.

L: Liyofilize yöntemle üretilen yoğurt tozundan rekonstitüe edilen ayran.

90 gün boyunca toz halde saklanan ve depolama boyunca sahip olduğu özellikleri koruyan, 90. günde bile rekonstitüe edildiğinde hala ilk günkü tat ve aromasını yakalayan ayran tozlarının, rekonstitüe edildikten sonraki 15. günün sonunda duyuşal özelliklerini önemli derecede kaybettiği dayanımının azaldığı görülmüştür. Bu durum temel olarak ayranların toz halinde saklanmasının avantajını, çalışmamızın amacını ve ulaşılmak istenen asıl sonucu ortaya koymaktadır. Bu noktada hem tüketicinin beğeneceği hem de raf ömrü sıkıntısı olmadan depolanabilecek bir ürün elde etmek çalışmamızın esasını oluşturmaktadır.

4. Sonuç ve Öneriler

Çalışma süresince yoğurt tozlarında ve rekonstitüe ayranlarda yapılan kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik ve duyuşal analizler ışığında aşağıdaki sonuç ve öneriler elde edilmiştir.

Konveksiyonel ve liyofilize olmak üzere farklı iki yöntem ile yoğurt tozu elde edilmiş ve farklılıkları ortaya konulmuştur.

Kullanıma hazır ürün elde edilerek; dayanıklı, taşınması kolay, soğuk depolamaya ihtiyaç duyulmayan, oda sıcaklığında bile lezzetini uzun süre koruyabilen, zamandan tasarruf sağlayan, hacim azalması sonucu depolama ve nakliyatla kolaylık sağlayan bir ürün elde edilmiştir.

Yoğurt tozu haricinde ilk defa toz ayran üretimi gerçekleştirilmiş ve belirtilen depolama süresi boyunca fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal açıdan değişimleri izlenmiştir.

Yoğurt tozlarının ve rekonstitüe ayranların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri depolama periyoduna göre istatistiksel olarak önemli değişimler sergilememiştir. Ürünler kalite özelliklerini koruyarak bozulmadan 90 gün boyunca depolanabilmiştir.

Üretim yöntemine bağlı olarak yoğurt tozu ve rekonstitüe ayranların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri istatistiksel olarak önemli değişimler göstermiştir.

Liyofilize yöntem ile üretilen yoğurt tozları konveksiyonel yöntem ile üretilen yoğurt tozlarına kıyasla daha iyi fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik sonuçlar vermiş ve duyuşal analizlerde genel beğenirliğinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Kimyasal özellikler bakımından liyofilize yöntem ile üretilen örneklerde pH daha düşük, asitlik ve protein oranı daha yüksek bulunmuştur.

Fiziksel özellikler bakımından liyofilize örneklerde renk, viskozite, çözünürlük, dağılılabilirlik ve ıslanabilirlik değerleri daha yüksek; serum ayrılması değeri daha düşük bulunmuştur.

Mikrobiyolojik özellikler bakımından liyofilize örneklerde *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* sayısı daha yüksek bulunmuştur.

Duyuşal özellikler bakımından liyofilize örneklerde görünüş, kıvam, tat, koku, renk ve genel beğeni özellikleri daha yüksek puan almıştır.

Bu çalışma ışığında; yoğurt tozu üretimiyle ilgili farklı yöntemlerin denenip çalışmaların yaygınlaştırılması, yoğurt tozu üretiminde daha düşük yağ oranına sahip yoğurdun kullanılması, üretim yönteminde konveksiyonel üretime nazaran liyofilize üretimin tercih edilmesi, farklı ambalaj yöntemleriyle pratik kullanımının artırılması önerilebilir.

Teşekkür

Bu çalışmayı FYL-2017-6012 numaralı proje ile destekleyen Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Anonim, (1979). *IDF:87, Determination of the Dispersibility and Wettability of Instant Dried Milk*. International Dairy Federation.
- Anonim, (2008). *Yoğurt*. Mesleki eğitim ve öğretim sisteminin güçlendirilmesi projesi. Ankara. 70.
- Anonim, (1988). *IDF:129A, Determination of Insolubility Index of Caseins and Caseinates*. International Dairy Federation.
- Anonim, (1994). *TS 1018 Çiğ İnek Sütü Standardı*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, (2004). *TS ISO 7889, Yoğurt, Karakteristik Mikroorganizmaların Sayım, 37°C'ta koloni sayım tekniği*. Ankara.

- AOAC, (1990). *Official Methods of Analysis* (15th Edition). Association of Official Analysis Chemists, Dibyakonta S., Hari N. M., & Sankar C. D. (2017) Functional and reconstitution properties of spray-dried sweetened yogurt powder as influenced by processing conditions. *International Journal of Food Properties*, 20(7), 1603-1611. doi: 10.1080/10942912.2016.1214965.
- Ergün, K., (2012). *Dondurularak Kurutulmuş Kivi Püresi Tozu Kullanılarak Hazırlanan Keklerde Pişirme Yöntemi ve Formülasyonun Kalite Kriterlerine Etkisinin İncelenmesi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ergün, K., Gündüz, G., Yilmazer, M. S., Dirim, S. N., & Ertekin, F. K. (2013). Freeze Drying of Yoghurt with Candied Chestnut Puree: Survival of Lactic Acid Bacteria and Determination of Physical Properties. *Italian Journal of Food Science*, 85(4), 470-475.
- Fang Y., Selomulya C., & Chen X. D. (2008). On Measurement of Food Powder Reconstitution Properties. *Drying Technology*, 26, 3-14.
- Gülmez, M., & Güven, A. (2003). Survival of escherichia coli, listeria monocytogenes and yersinia enterocolitica in ayran and modified kefir as pre-and post fermentation contaminant. *VetMed-Czech*, 48(5), 126-132. doi: 10.1046/j.1365-2672.2003.02016.x
- Kearney, N., Meng, X. C. Stanton, C., Kelly, J., Fitzgerald, G. F., & Ross, R. P. (2009). Development of a spray dried probiotic yoghurt containing *Lactobacillus paracasei* NFBC 338. *International Dairy Journal*, 19, 684- 689. doi.10.1016/j.idairyj.2009.05.003
- Koc, B., Yilmazer, M. S., Ertekin, F. K., & Balkir, P. (2014) Physical Properties of Yoghurt Powder Produced by Spray Drying. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 1377–1383.
- Koç, B. (2008). *Püskürtmeli Kurutma Yöntemi ile Yoğurt Tozu Üretim Koşullarının Optimizasyonu* (yüksek lisans tezi). Ege Üniversitesi, İzmir.
- Krasaekoopt, W., Bhandari, B., & Deeth, H. (2004). Comparison of texture of yogurt made from conventionally treated milk and uht milk fortified with low-heat skim milk powder. *Journal of Food Science*, 69, 276-280. doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb10998.
- Kumar, D. A., Tejaswini, V. V., Srigiri, D., & Bhaskara D. R. (2016). Development of Process Technology for Making Dahi Powder. *International Journal of Agricultural Science and Research (IJASR)*, 6, 99-104.
- Kumar, P., Mishra, H. N., (2004a). Yoghurt Powder- A review of Process Technology, Storage and Utilization. *Food and Bioproducts Processing*, 82(C2): 133-142.
- Kumar, P., Mishra, H. N., (2004b). Storage Stability of Mango Soy Fortified Yoghurt Powder in Two Different Packaging Materials: HDPP and ALP. *Journal of Food Engineering*, 65: 569-576.
- Kurt, A., Çakmakçı, S., & Çağlar, A. (2003). *Süt Mamülleri Muayene ve Analiz Metotlar Rehberi*. Atatürk Üniversitesi Yayınları, Erzurum.
- Nalchi M. (2014). *Rekonstitüe Yoğurdunun Özellikleri Üzerine Stabilizatör Kullanımının ve Depolama Süresinin Etkileri* (yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi. Adana.
- Nale, Z., (2013). *Prebiyotik Eklenmiş Kefirin Püskürterek Kurutulması ve Ürünün Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi* (yüksek lisans tezi). Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Özönlü, T. B. (2005). *Ayran Kalitesinde Etkili Bazı Parametreler Üzerine Araştırmalar* (doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Saçkesen, S.N.D., Ocak, E., (2019). Peyniraltı Suyuyla Zenginleştirilmiş Fermente Süt İçeceği Üretimi. *Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2), 309-317. DOI: 10.29133/yyutbd.486896
- SAS. (2014). SAS/STAT Software: Hangen and Enhanced, Version 9.4, SAS, Inst. Inc., Cary, N.C. USA.
- Thomas, M. E. C. Scher, J., & Desobry-Banon, S. (2004). Milk powder sageing: Effect on physical and functional properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44, 297-322. doi: [10.1080/10408690490464041](https://doi.org/10.1080/10408690490464041)
- Tontul, İ., Ergin, F., Eroğlu, E., Küçükçetin, A., & Topuz, A. (2018). Physical and microbiological properties of yoghurt powder produced by refractance window drying. *International Dairy Journal*, 85, 169-176. doi: [10.1016/j.idairyj.2018.06.002](https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.06.002)