

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI KURUTMA YÖNTEMLERİYLE ELDE EDİLEN YOĞURT
TOZUNUN DEPOLANMASI VE REKONSTİTÜE AYRAN ÜRETİMİNDE
KULLANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Özlem SOYSONA AR
DANIŞMAN: Doç. Dr. Elvan OCAK

VAN- 2018

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI KURUTMA YÖNTEMLERİYLE ELDE EDİLEN YOĞURT
TOZUNUN DEPOLANMASI VE REKONSTİTÜE AYRAN ÜRETİMİNDE
KULLANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN : Özlem SOYSONA AR

Bu çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından FYL-2017-6012 No'lu proje ile desteklenmiştir.

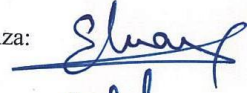
VAN 2018

KABUL VE ONAY SAYFASI

Gıda Mühendisliği. Anabilim Dalı'nda Doç. Dr. Elvan OCAK danışmanlığında, Özlem SOYSONA AR tarafından sunulan "Farklı Kurutma Yöntemleriyle Elde Edilen Yoğurt Tozunun Depolanması Ve Rekonstitüe Ayran Üretiminde Kullanımı" isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 07/08/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Elvan OCAK

İmza:



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Bülent HALLAÇ.

İmza:



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Şenol KÖSE

İmza:



Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 08/08/2018 tarih ve 2018/38-I sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza
Prof. Dr. Suat SENSOY
Enstitü Müdürü
Enstitü Müdürü



TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

İmza

Özlem SOYSONA AR

ÖZET

FARKLI KURUTMA YÖNTEMLERİYLE ELDE EDİLEN YOĞURT TOZUNUN DEPOLANMASI VE REKONSTITÜE AYRAN ÜRETİMİNDE KULLANIMI

SOYSONA AR, Özlem
Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Elvan OCAK
Ağustos 2018, 97 sayfa

Bu çalışmada; konveksiyonel ve liyofilize olmak üzere iki farklı yöntemle yoğurt tozu üretilmiştir. Elde edilen bu ürünlerin yarısı sade yoğurt tozu olarak yarısı da rekonstitüe ayran üretimi için %0.5 tuz eklenerek ağzları alüminyum varaklı 100 ml'lik plastik ayran ambalajlarında depolanmıştır. Depolamanın 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerinde hem toz olarak hem de rekonstitüe ayran üretilerek fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analizlere tabi tutulmuşlardır. Ayrıca 1. gün rekonstitüe edilen ayranlar 15. güne kadar +4°C'de depolanıp, ayranların sulandırıldıktan 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 duyusal 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, duyusal özelliklerin azaldığı ve tat- aroma kayıplarının meydana geldiği tespit edilmiştir.

Elde edilen tüm bulgulardan 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.

Anahtar kelimeler: Konveksiyonel, Liyofilize, Rekonstitüe ayran, Yoğurt tozu.



ABSTRACT

USE OF YOGHURT DUST COATED BY DIFFERENT DRYING METHODS AND PRODUCTION OF RECONSTRUCTURE SEQUENCES

SOYSONA AR, Özlem

M. Sc. Thesis, Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Elvan OCAK

August 2018, 97 pages

In this study; Convection and Lyophilized yoghurt powder produced in two different ways. Half of these obtained products were added with 0.5% salt for reconstituted ayran production as plain yoghurt dumplings, and their mouths were stored in aluminum foil 100 ml plastic ayran packages. On the 1st, 15th, 30th, 60th and 90th days of storage, both powder and reconstituted ayran were subjected to physical, chemical, microbiological and sensory analysis. In addition, the reconstituted ayran, which was produced on the first day, was stored at +4°C until the 15th day, and the changes in the duration and the changes in the strength after ayranların diluted were investigated.

It has been observed that the yoghurt powder produced by lyophilization gives better results in terms of physical, chemical and microbiological properties during 90 days of storage and that the sensory properties of the reconstituted ayran are more appreciated and preferred. When the buttermilk specimens were stored in the reconstituted state until the 15th day, it was determined that both the pH value decreased, the acidity and serum separation value increased, the sensory properties decreased, and the taste loss occurred in both convective and lyophilized samples.

It has been achieved that the yogurt is transformed into yogurt powder in all the obtained findings and packaged in a practical way for buttermilk production, has a long shelf life and can be reconstituted and consumed even after months if desired.

Keywords: Convectonal, Lyophilized, Reconstitute buttermilk, Yogurt powder.



ÖN SÖZ

Bu çalışma süresince çalışmamın her safhasında bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım danışman hocam Doç. Dr. Elvan OCAK'a, teşekkürlerimi sunarım. Önerileri ile beni yönlendiren, yol gösteren Prof. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK'e, laboratuvar çalışmalarında büyük desteklerini gördüğüm Dr. Öğr. Üyesi. Şenol KÖSE'ye ve Araş. Gör. Dr. Yağmur ERİM KÖSE'ye, istatistiksel analizlerde yardımını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Gazel SER'e, Süt-Kur Gıda San. ve Tic. Şti Gıda Mühendisi Sümeyye KARA ve işletme çalışanlarına, duyu analizlerde emeği geçen bölüm hocalarıma ve sevgili arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmam boyunca gösterdikleri ilgi ve anlayışla her zaman yanımda olan aileme, ve her konuda desteğini esirgemeyen sevgili eşim İlhan AR'a ve ailesine, tezimin son dönemlerinde varlığıyla beni çok mutlu eden ve motivasyonumu arttıran bebeğime teşekkür ederim.

2018

Özlem SOYSONA AR



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xvii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	3
2.1. Yoğurt, Bileşenleri ve Önemi	3
2.2. Kurutma, Kurutma Yöntemleri ve Önemi	4
2.3. Yoğurt Tozu ve Önemi	11
2.4. Ayran Üretimi ve Önemi	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Yoğurt	17
3.1.2. Yoğurt kültürü	18
3.1.3. Kurutucu	19
3.1.4. Ambalaj materyali	20
3.1.5. Öğütücü.....	20
3.1.6. Karıştırıcı	21
3.2. Yöntem.....	21
3.2.1. Yoğurt üretimi	21
3.2.2. Yoğurt tozu üretimi.....	22
3.2.2.1. Konveksiyonel yöntemle yoğurt tozu üretimi	22
3.2.2.2. Liyofilize yöntemle yoğurt tozu üretimi	22
3.2.3. Yoğurt tozundan rekonstitüe ayran üretim	23
3.3. Uygulanan Analiz Yöntemleri	24

	Sayfa
3.3.1. Yoğurt tozunda ve rekonstitüe ayranlarda yapılan kimyasal analizler	24
3.3.1.1. pH analizi	24
3.3.1.2. Asitlik (% l.a) analizi	25
3.3.1.3. Kurumadde analizi	25
3.3.1.4. Yağ analizi	26
3.3.1.5. Protein analizi	26
3.3.2. Yoğurt tozunda ve rekonstitüe ayranlarda yapılan fiziksel analizler.....	27
3.3.2.1. Renk analizi	27
3.3.2.2. Çözünürlük analizi	27
3.3.2.3. Dağılılabirlik ve ıslanabilirlik analizi	28
3.3.2.4. Serum ayrılması analizi.....	28
3.3.2.5. Viskozite analizi.....	28
3.3.3. Yoğurt tozunda ve rekonstitüe ayranlarda yapılan mikrobiyolojik analizler	28
3.3.3.1. <i>L. bulgaricus</i> belirlenmesi.....	29
3.3.3.2. <i>S. thermophilus</i> belirlenmesi.....	29
3.3.3.3. Toplam mezofilik aerobik bakteri belirlenmesi	29
3.3.3.4. Toplam maya- küf belirlenmesi	29
3.3.4. Rekonstitüe ayranlarda yapılan duyuşsal analiz.....	30
3.3.5. İstatistiksel analiz.....	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	31
4.1. Depolama Süresi Boyunca Yoğurt Tozlarında Saptanan Özellikler	31
4.1.1 Kimyasal özellikler	31
4.1.1.1.pH	31
4.1.1.2. Asitlik (% l.a)	33
4.1.1.3 Kurumadde (%)	34
4.1.1.4. Yağ (%)	35
4.1.1.5. Protein (%)	35
4.1.2. Fiziksel özellikler.....	36
4.1.2.1. Renk	37

	Sayfa
4.1.2.1.1. L* değeri	37
4.1.2.1.2. a* değeri	38
4.1.2.1.3. b* değeri	39
4.1.2.2. Çözünürlük	39
4.1.2.3. Dağılılabirlik ve ıslanabilirlik	41
4.1.3. Mikrobiyolojik özellik	43
4.1.3.1. <i>L. bulgaricus</i>	44
4.1.3.2. <i>S. thermophilus</i>	45
4.1.3.3. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB)	47
4.1.3.4. Toplam maya- küf	48
4.2. Depolama Süresi Boyunca Rekonstitüe Ayranlarda Saptanan Özellikler	48
4.2.1 Kimyasal özellikler	48
4.2.1.1. pH	50
4.2.1.2. Asitlik (% l.a)	51
4.2.1.3 Kurumadde	54
4.2.1.4. Yağ	55
4.2.1.5. Protein	57
4.2.2. Fiziksel özellikler	58
4.2.2.1. Serum ayrılması	59
4.2.2.2. Viskozite	62
4.2.2.3. Renk	64
4.2.2.3.1. L* değeri	64
4.2.2.3.2. a* değeri	66
4.2.2.3.3. b* değeri	67
4.2.3. Mikrobiyolojik özellikler	69
4.2.3.1. <i>L. bulgaricus</i>	70
4.2.3.2. <i>S. thermophilus</i>	72
4.2.3.3. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB)	73
4.2.3.4. Toplam maya- küf	75
4.2.4. Duyusal analizler	76

	Sayfa
4.2.4.1 Görünüş	77
4.2.4.2. Kıvam	79
4.2.4.3. Tat.....	80
4.2.4.4. Koku.....	82
4.2.4.5. Renk	83
4.2.4.6. Genel beğenirlik	84
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	87
KAYNAKLAR.....	89
ÖZGEÇMİŞ.....	97

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Ayranın fizikokimyasal özellikleri	15
Çizelge 3.1. Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ inek sütünün bileşim özellikleri.....	17
Çizelge 3.2. Yoğurt tozu üretiminde kullanılan yoğurtların bileşim özellikleri.....	18
Çizelge 4.1. Depolama süresi boyunca yoğurt tozlarında saptanan kimyasal özellikler	32
Çizelge 4.2. Depolama süresi boyunca yoğurt tozlarında saptanan fiziksel özellikler ...	36
Çizelge 4.3. Depolama süresi boyunca yoğurt tozlarında saptanan mikrobiyolojik özellikler	43
Çizelge 4.4. Depolama süresi boyunca rekonstitüe ayranlarda saptanan kimyasal analizler	49
Çizelge 4.5. Depolama süresi boyunca rekonstitüe ayranlarda saptanan fiziksel analizler	59
Çizelge 4.6. Depolama süresi boyunca rekonstitüe ayranlarda saptanan mikrobiyolojik analizler	69
Çizelge 4.7. Depolama süresi boyunca rekonstitüe ayranlarda saptanan duyuşal analizler	77



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1.Labconco marka liyofilizatör cihazı.....	19
Şekil 3.2. Öztiryakiler markalı konveksiyonel kurutma cihazı	19
Şekil 3.3. Arnica markalı kahve öğütme makinesi	20
Şekil 3.4. Heidolph Silentarusher M markalı karıştırıcı.....	20
Şekil 3.5. Yoğurt üretimi akım şeması	21
Şekil 3.6.Konveksiyonel yöntemle yoğurt tozu üretimi.....	22
Şekil 3.7. Liyofilize yöntemle yoğurt tozu üretimi	23
Şekil 3.8. Yoğurt tozundan rekonstitüe ayran üretimi.....	24
Şekil 3.9. Rekonstitüe ayranların duyuşal değerlendirme formu	30
Şekil 4.1. Depolama süresince yoğurt tozunda meydana gelen pH değişimi.....	32
Şekil 4.2. Depolama süresince yoğurt tozunda meydana gelen asitlik değişimi.....	33
Şekil 4.3. Depolama süresince yoğurt tozunda meydana gelen kurumadde değişimi	34
Şekil 4.4. Depolama süresince yoğurt tozunda meydana gelen yağ değişimi.....	35
Şekil 4.5. Depolama süresince yoğurt tozunda meydana gelen protein değişimi	36
Şekil 4.6. Depolama süresince yoğurt tozlarının L^* değerinde meydana gelen değişim .	37
Şekil 4.7. Depolama süresince yoğurt tozlarının a^* değerinde meydana gelen değişim .	38
Şekil 4.8. Depolama süresince yoğurt tozlarının b^* değerinde meydana gelen değişim .	39
Şekil 4.9. Depolama süresince yoğurt tozlarının çözünlük değerinde meydana gelen değişim	40
Şekil 4.10. Depolama süresince yoğurt tozlarının dağılabilirlik değerinde meydana gelen değişim	41
Şekil 4.11. Depolama süresince yoğurt tozlarının ıslanabilirlik değerinde meydana gelen değişim	42

Şekil	Sayfa
Şekil 4.12. Depolama süresince yoğurt tozlarının <i>L.bulgaricus</i> sayısında meydana gelen değişim	45
Şekil 4.13. Depolama süresince yoğurt tozlarının <i>S.thermophilus</i> sayısında meydana gelen değişim	46
Şekil 4.14. Depolama süresince yoğurt tozlarının <i>TMAB</i> sayısında meydana gelen değişim.....	47
Şekil 4.15. Depolama süresince yoğurt tozlarının maya-küf sayısında meydana gelen değişim.....	48
Şekil 4.16. Depolama süresince rekonstitüe ayranların pH değerinde meydana gelen değişim.....	50
Şekil 4.17. Ayranların pH değerinde meydana gelen değişim	51
Şekil 4.18. Depolama süresince rekonstitüe ayranların titrasyon asitliği değerinde meydana gelen değişim.....	52
Şekil 4.19. Ayranların titrasyon asitliğinde meydana gelen değişim	53
Şekil 4.20. Depolama süresince rekonstitüe ayranların kurumadde değerinde meydana gelen değişim.....	54
Şekil 4.21. Ayranların kurumadde değerinde meydana gelen değişim	55
Şekil 4.22. Depolama süresince rekonstitüe ayranların yağ değerinde meydana gelen değişim.....	56
Şekil 4.23. Ayranların yağ değerinde meydana gelen değişim	56
Şekil 4.24. Depolama süresince rekonstitüe ayranların protein değerinde meydana gelen değişim	57
Şekil 4.25. Ayranların protein değerinde meydana gelen değişim.....	58
Şekil 4.26. Depolama süresince rekonstitüe ayranların serum ayrılması değerinde meydana gelen değişim.....	60
Şekil 4.27. Ayranların serum ayrılması değerinde meydana gelen değişim	61
Şekil 4.28. Depolama süresince rekonstitüe ayranların viskozite değerinde meydana gelen değişim.....	63

Şekil	Sayfa
Şekil 4.29. Ayranların viskozite değerinde meydana gelen değişim.....	63
Şekil 4.30. Depolama süresince rekonstitüe ayranların L^* değerinde meydana gelen değişim.....	65
Şekil 4.31. Ayranların L^* değerinde meydana gelen değişim.....	65
Şekil 4.32. Depolama süresince rekonstitüe ayranların a^* değerinde meydana gelen değişim.....	66
Şekil 4.33. Ayranların a^* değerinde meydana gelen değişim.....	67
Şekil 4.34. Depolama süresince rekonstitüe ayranların b^* değerinde meydana gelen değişim	68
Şekil 4.35. Ayranların b^* değerinde meydana gelen değişim	68
Şekil 4.36. Depolama süresince rekonstitüe ayranların <i>L.bulgaricus</i> sayısında meydana gelen değişim.....	70
Şekil 4.37. Ayranların <i>L.bulgaricus</i> sayısında meydana gelen değişim.....	71
Şekil 4.38. Depolama süresince rekonstitüe ayranların <i>S.thermophilus</i> sayısında meydana gelen değişim.....	72
Şekil 4.39. Ayranların <i>S.thermophilus</i> sayısında meydana gelen değişim.....	73
Şekil 4.40. Depolama süresince rekonstitüe ayranların TMAB sayısında meydana gelen değişim	74
Şekil 4.41. Ayranların TMAB sayısında meydana gelen değişim	74
Şekil 4.42. Depolama süresince rekonstitüe ayranların toplam maya- küf sayısında meydana gelen değişim.....	75
Şekil 4.43. Ayranların toplam maya- küf sayısında meydana gelen değişim	76
Şekil 4.44. Depolama süresince rekonstitüe ayranların görünüş özelliği değişimi	78
Şekil 4.45. Ayranların görünüş özelliği değişimi	78
Şekil 4.46. Depolama süresince rekonstitüe ayranların kıvam özelliği değişimi.....	79
Şekil 4.47. Ayranların kıvam özelliği değişimi.....	80

Şekil	Sayfa
Şekil 4.48. Depolama süresince rekonstitüe ayranların tat özelliği değişimi.....	81
Şekil 4.49. Ayranların tat özelliği değişimi.....	82
Şekil 4.50. Depolama süresince rekonstitüe ayranların koku özelliği değişimi.....	82
Şekil 4.51. Ayranların koku özelliği değişimi.....	83
Şekil 4.52. Depolama süresince rekonstitüe ayranların renk özelliği değişimi.....	84
Şekil 4.53. Ayranların renk özelliği değişimi.....	84
Şekil 4.54. Depolama süresince rekonstitüe ayranların genel beğenirlik özelliği değişimi.....	85
Şekil 4.55. Ayranların genel beğenirlik özelliği değişimi.....	85

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

cP	Santipoise
g	Gram
kg	Kilogram
ml	Mililitre
mPa	Megapaskal
°C	Santigrat Derece
s	Saniye

Kısaltmalar

Açıklama

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
FAO	Dünya Tarım Örgütü
GLM	Genel Doğrusal Model
IDF	Uluslararası Sütçülük Federasyonu
K	Konveksiyonel
KOB	Koloni Oluşturan Birim
L	Liyofilize
LOG	Logaritma
TMAB	Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
WHO	Dünya Sağlık Örgütü



1. GİRİŞ

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 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 uzayan yoğurt yine de kısa süre içinde tat ve aromasında değişimler görülerek bozulmaya doğru gider. 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.

Yoğurdun dayanımının artırılması amacıyla yüzyıllar boyu pratik gözleme dayalı olarak değişik modifikasyonlar gerçekleştirilmiştir. Bu modifikasyonlar arasında en bilineni, yoğurdun suyunun uzaklaştırılması ile daha konsantre bir ürün haline dönüştürülmesidir (Erbay ve Küçüköner, 2008).

Kurutma terimi gıda maddesindeki nemin uzaklaştırılması anlamını taşımaktadır. Böylece, gıdanın nem seviyesi mikroorganizma gelişimini engelleyecek düzeye düşürülmektedir. Bu özellikleriyle kurutma, çok çeşitli ürünler için en kolay ve genel gıda muhafaza yöntemidir ve bu ürünler taze ürün pazarına etkili bir alternatif olmuşlardır. Yoğurdun kurutulmasının amacı, raf ömrü uzun, stabil, soğutma ihtiyacı olmadan ve istenildiği zaman kullanım kolaylığı olan bir ürün elde etmektir (Kumar ve Mishra, 2004a; Akın, 2006).

Yoğurdun kurutulması çok uzun zamandır bilinen bir uygulamadır. Örneğin konsantre edilen bir yoğurdun raf ömrü 7°C'de 30-35 güne çıkarken, kurutulmuş yoğurdun dayanım süresi 1 yıla kadar uzatılabilmektedir (Tamime ve Robinson, 1999).

Yoğurt benzeri bir ürün olan ayran, yoğurdu 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 (Kurt, 1995).

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).

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 yaptığımız çalışmada 2 farklı yöntemle (konveksiyonel ve liyofilize) yoğurt tozu üretilmiştir. Depolama periyodu boyunca hem toz olarak hem de rekonstitüe ayran olarak 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. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

2.1. Yoğurt, Bileşenleri ve Önemi

Türk Standartları Enstitüsüne (Anonim, 2008) göre yoğurt; inek, koyun, manda, keçi sütü veya bunların karışımlarından oluşan sütlerin pastörize edilmesi veya pastörize sütün gerektiğinde süt tozu ilavesiyle homojenize edildikten sonra *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*'dan oluşan yoğurt starter kültürünün ilave edilmesiyle yoğurt yapım kuralları Standardına uygun işlemlerden sonra elde edilen mamuldür.

Uluslararası Sütçülük Federasyonuna (IDF) (Anonim, 1991) göre yoğurt; tam yağlı, yarım yağlı, az yağlı, yağsız süt, konsantre süt, süt tozuyla kuru maddesi artırılmış süt, homojenize veya homojenize edilmemiş süt olarak gruplandırılan sütlerin, pastörizasyon veya sterilizasyon işleminden sonra soğutulup özel laktik asit bakterilerini içeren starter kültürlerle fermente edilmesiyle oluşan ve içerisinde canlı laktik asit bakterileri içeren bir ürün olarak tanımlanmaktadır.

Yoğurt üretiminde kullanılan süte ve üretim basamaklarındaki koşullara bağlı olarak yoğurt bileşiminde artış ve azalışlar meydana gelmektedir. Genel olarak yoğurt; % 14-20 kurumadde, % 2-8 yağ, % 4-8 protein ve % 0,8-1,2 mineral madde içerir. Fonksiyonel bir süt ürünü olarak değerlendirilen ve insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan yoğurt; yapısında protein, karbonhidrat ve lipit bulunan, vitaminler ve mineraller açısından zengin olan bir süt ürünüdür. Kendine özgü hoş aroması ve tekstürü sayesinde her yaş grubunun beğenerek tükettiği bir ürün olan yoğurdun bu kadar yaygın tüketilmesinin asıl sebebi yoğurt starter bakterilerinin insan sağlığı üzerindeki yararlı etkilerinden kaynaklanmaktadır. Yoğurdun yapısında bulunan laktik asit bakterilerinin aktivitesi ve fermentasyon sırasında sütün yapısında bulunan protein, yağ ve laktozun yapısında hidrolizasyonlar meydana gelir. Yoğurt; laktozun yapısında meydana gelen kısmi hidrolizasyon etkisiyle süte göre daha kolay sindirilebilir bir özellik kazandığı için laktoz intoleransı olan kişiler tarafından rahatlıkla tüketilir. Ayrıca bağırsak florasını düzenleyerek çeşitli bağırsak rahatsızlıklarını iyileştirici,

patojenlerin faaliyetlerini önleyici ve radyoaktif maddelerin etkisini azaltıcı veya ortadan kaldırıcı etkiler gösterir. Yoğurdun özellikle antikanserojenik etkiye sahip olduğu vurgulanmaktadır ki bu etkisi de bakteriyel enzimleri baskılaması, intestinal pH'yı düşürmesi ve immun sistemini aktive etmesiyle bağdaştırılır. Yoğurt ayrıca farklı formlarda oluşabilen diyarelerin semptomatik tedavisinde rol alır. Kolesterol düşürücü etkisi sayesinde serum kolesterol miktarının ve kan basıncının düşürülmesinde, diyabetin kontrol altına alınmasında rol alır. Yoğurdun içerdiği laktik asit bakterilerinin aktivitesi ve fermentasyon sırasında oluşan biyokimyasal değişimler tümör oluşumunu engelleyici (antitümör) bazı iyileştirici etkiler gösterir (Koç, 2008; Yıldırım, 2011; Köse ve Ocak, 2011; 2014; Pancar, 2013; Ünver, 2014; Kızılaslan ve Solak, 2016).

Hemen hemen bütün yaş grupları ve günün her saatinde yenebilecek bir gıda olan yoğurt, hastalar ve bünyesi zayıf bireyler için süttten daha besleyici bir gıdadır. Bağırsak sisteminde yaşayan mikropların yaşamalarını engellediği için tifo ve ishal durumlarında adeta ilaç gibi tavsiye edilir. Tüberkülozlu hastalar üzerinde de antibiyotik etki gösteren yoğurt, bulaşıcı hastalıkların tedavisinde de önemlidir. Ayrıca yüze ve cilde sürüldüğünde canlılık ve parlaklık kazandıran yoğurt, düzenli şekilde tüketildiğinde uyku sorunlarına da iyi geldiği bilinmektedir. Yoğurdun en önemli fonksiyonlarından biri de gıdaların az tüketilmesini sağlamaktır. Günümüz toplumunun üzerinde hassasiyetle durduğu en önemli konu kilo almamak, formunu korumak ve sağlıklı yaşam sürdürmek olduğundan dolayı kilo aldırmanın ama aynı zamanda vücudun zindeliğini koruyan yiyecekler rağbet görmektedir. Bu bakımdan mükemmel bir yiyecek olan yoğurt hem doyurucu ve tatmin edicidir hem de daha az kalori verir. Ayrıca yoğurttaki asitlik bağırsak mukozasına etki ederek bağırsağın peristaltik hareketlerini hafifletir. Böylece bağırsaktaki ifrazat ve elektrolit kaybını azalttığından dolayı gıda tüketimini de azalttığı ortaya konmuştur (Ersöz, 2009).

2.2. Kurutma, Kurutma Yöntemleri ve Önemi

Kurutma, herhangi bir ürünün sahip olduğu nem miktarının istenilen seviyeye kadar düşürülerek ürünün yapısından uzaklaştırma işlemidir. Belirli bir süreç içinde ürünün istenilen kuruma değerlerine gelmesini sağlayan sisteme de kurutma sistemi

denir. Gıda maddelerini uzun süreli muhafaza etme ihtiyacı insanların üzerinde sürekli çalıştığı konulardan biridir. Gıdaların kurutularak daha dayanıklı durumlara getirilmesi yöntemi ilk çağlardan beri uygulanan bir yöntem olsa da yöntemin endüstriyel boyutlara taşınması 18. yüzyıla dayanmaktadır. Bu yöntem ortam şartlarına ve gelişen teknolojilere bağlı olarak sürekli değişim göstermiştir (Özgür, 2015).

Günümüzde bir çok sektörde yaygın olarak kullanılan kurutma yöntemi özellikle başta gıda sektörü olmak üzere tarım, kimya, deri sanayi, silah ve orman ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kurutmanın bu alanlarda kullanılmasının temel sebepleri; ürünü nemden koruyarak kalitesini iyileştirmek, uzun süre canlılığını korumak, hacim ve ağırlıklarını azaltmak, taşıma, kullanım ve işleme kolaylığı sağlama gibi avantajlar kazandırmaktır (Ekin, 2013).

Gıda maddelerinin hemen hemen tamamı bünyesinde belli oranlarda su ihtiva eder. Bu nedenle gıdaları belli süre içerisinde tüketmemiz gerekmektedir. Aksi halde gıdalarda bozulmalar görülür. Gıdaların bozulması, küçük kalite kayıplarıyla başlayıp tüketilmesine olanak verilmeyen bir durum kazanmasına kadar olan değişimleri ifade eder. Gıdalar, üzerlerinde barındırdıkları mikroorganizmalar yüzünden bozulma gösterir. Mikroorganizmalar hastalık yapıcı kimyasallar salgılayabildikleri gibi sadece gıdanın yapısını bozacak kimyasallar da salgırlar. Ayrıca gıdalardaki doğal enzimler de oksijenle reaksiyona girip gıdalarda bozulmaya yol açabilir. Genel olarak gıdalarda bozulma mikrobiyolojik, enzimatik, kimyasal ve fiziksel nedenlerden kaynaklanmaktadır. Bozulma nedeni ne olursa olsun bozulmuş ürünün rengi, aroması, beslenme değeri, yapısı ve bileşenleri başlangıçtaki ürünün özelliklerinden farklılıklar gösterir. Geleneksel ve teknolojik tüm yöntemler gıdaların bozulmasını önlemek amaçlıdır. Gıdaların yapısında bulunan ve bozulma yapan mikroorganizmalar yaşayıp gelişmek için suya ihtiyaç duyarlar. Dolayısıyla gıdaların yapısındaki su kontrol altına alınarak gıdalardaki bozulmanın önüne geçilebilir. Gıdaların bozulmasının önlenerek dayanma süresinin arttırılması için bünyelerindeki suyun azaltılması gerekmektedir. Uzaklaştırılan su sayesinde mikrobiyolojik ve enzimatik aktivite sınırlandırılır veya tamamen durdurulur. Böylece ürünün dayanıklılığı artar (Öz, 2009; Doboğlu, 2012; İzgi, 2012).

Gıda maddelerine uygulanan kurutmanın birçok amacı vardır. Kurutma ile gıdanın su aktivitesi ve nem içeriği düşürülmekte, böylece o gıdada meydana gelebilecek mikrobiyolojik bozulmaların önlenmesi ya da en aza indirilmesi sağlanmaktadır. Ayrıca nem miktarının düşürülmesiyle tat, koku ve besin değeri gibi kalite özelliklerinin de korunması sağlanmaktadır. Kurutma işleminin diğer bir amacı da, ürün hacmini azaltarak, taşınma ve depolanmasında verimliliği arttırmaktır. (Akkaya 2010; Dirim, 2012; Baysal, Rayman ve Bozkır, 2013).

Dehidrasyon olarak da bilinen kurutma gıda ürünlerinin korunmasında en etkili yöntemlerdendir. Ürün çeşidine bağlı olarak kurutmadan sonraki nem içeriği yaş baza göre %1-15 arasında olmaktadır. Kurutma ile olası mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmalarla, istenmeyen kalite kayıpları önlenmektedir (Hastürk, 2010). Kurutma, son ürünün kalitesini önemli düzeyde etkileyen bir işlemdir. Yığın yoğunluğu, büzülme, gözeneklilik ve diğer fiziksel özellikler (özellik hacim, renk, tekstür, rehidrasyon vb.) kurutulmuş ürünün kalitesini belirlemektedir. Kurutma, gıda maddelerine işleme kolaylığı sağlamak, gıda maddelerinin taşıma masraflarını azaltmak ve yeni bir ürün elde etmek için de uygulanmaktadır (Dirim, 2012).

Genel olarak kurutma teknolojisinin yararları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Tamtürk, 2013).

- Ürünün bozulmadan, kalite özelliklerini koruyarak muhafaza edilmesi
- Ürünlerin enzimatik, mikrobiyolojik ve oksidatif bozulmalara karşı dayanıklı olması
- Taşınma kolaylığı
- Soğukta depolanmaya gerek olmaması
- Oda sıcaklığında bile uzun süre lezzetini koruması
- Kullanıma hazır ürün elde edilmesini sağlayarak zamandan tasarruf sağlaması
- Hacim azalması sonucu depolama ve nakliyatla kolaylık sağlaması
- Bir defada yenilebilen miktardan daha fazla besin değeri olan miktarın alınmasına olanak vermesi
- Bazı ürünlerin işlenmesine olanak vererek daha yüksek ekonomik değerli ürün elde edilmesi

- Yeni ürünler elde edilmesi

Genel olarak kurutma teknolojisinde karşılaşılan bazı dezavantajlar da vardır. Kurutma işlemi sırasında ürünlere uygulanacak optimum koşullar sağlanamazsa son üründe bazı kalite kayıpları meydana gelmektedir. Ürünlerin yapısında meydana gelen kararma reaksiyonları ürünlerin rengini değiştirir, çözünürlüğünü ve besinsel değerini azaltır. Ayrıca istenmeyen tat değişimleri ve geri dönüşü olmayan yapısal değişimlere sebebiyet vermektedir (Öztürk, 2013; Çınar, 2014).

Gıda ürünlerinin kurutulmasında uygulanan birçok yöntem vardır ve bu yöntemler ısı kaynağına göre doğal kurutma ve yapay kurutma olarak sınıflandırılırlar. Yüzyıllardır uygulanan geleneksel bir yöntem olarak doğal kurutma ürünün güneş altında kurutulmasıdır. Güneş altında kurutma tekniğinde havanın sıcaklığı ve nemi önemli iki faktördür. Bu tekniğin başarılı olabilmesi için iklim koşullarının uygun olması gerekir. Kontrollü bir kurutma sıcaklığının olmaması ve dışarıdan kontaminasyonlara açık olması yöntemin en önemli dezavantajlarıdır. Yapay kurutma metotları, doğal kurutma metotlarına göre ürünün kuruma süresini kısaltarak kalitesini yükseltir ve ürünü güneşin zararlı etkilerinden korur. Yapay kurutma yöntemlerinin en büyük avantajı kontrollü bir kurutma ortamı sağlaması ve daha iyi niteliklere sahip ürünler elde edilmesidir. Gıdaların muhafazasında kullanılan başlıca yapay kurutma yöntemlerin temel prensibi düşük ve yüksek sıcaklık uygulamaları, düşük ve yüksek basınç uygulamaları, ultraviyole ve radyoaktif ışınlama uygulamalarıdır (Dobooğlu, 2012).

Dünya nüfusunun hızla artması ve buna paralel olarak gıda tüketiminin artması sonucunda gıda ürünlerinin korunması ve depolanması için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Ürünün besin değeri ve kalitesi açısından olduğu kadar kurutma yönteminin ekonomikliği ve enerji tasarrufu düşünülerek endüstriyel uygulamalarda farklı tip kurutma metotları araştırılıp uygulamaya alınmaktadır. Yeni teknolojilerin gelişmesi, sistemlerin otomatik kullanımının kolay olması ve insan işgücünü daha da azaltan etkenler sayesinde kurutma yöntemleri de farklılaşmaktadır. Bu yöntemler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Heybeli, 2017).

- Konveksiyon Kurutma
- Kondüksiyon Kurutma

- Infrared (Kızılötesi) Işınla Kurutma
- Mikrodalga ile Kurutma
- Morötesi Işın ile Kurutma
- Vakumda Kurutma
- Kızgın Buharda Kurutma
- Dielektrik Kurutma
- Dondurarak Kurutma
- Osmotik Kurutma

Konveksiyonel kurutma

Geleneksel kurutma yöntemi olarak da adlandırılan konveksiyonel kurutma; ısının ısıtılmış hava veya gaz aracılığıyla madde üzerinden akıtılarak sağlanan ısı aktarım yöntemidir. Aktarılan ısı sayesinde buharlaştırılan nem, kurutucu gaz veya hava ile uzaklaştırılır. Doğrudan kurutucu olarak da adlandırılan bu sistemler granüler, tabaka veya kek formundaki yaş maddelerin kurutulması için uygundur (Aydın, 2014).

Konveksiyonel kurutma işleminin esası; Kurutma işlemi için kapalı bir alana alınan maddenin nem miktarı, kapalı alanın nem miktarının üstündeyse geleneksel yöntemlerle ortamın ısıyı yükseltilecek ya da ortam havalandırılarak nemli havanın dışarıdan gelen kontrolsüz hava ile yer değiştirmesi sonucu oluşan nem farkından dolayı kuruma işleminin gerçekleştirilmesine dayanır (Kartal, 2011).

Konveksiyonel kurutucular uygulanabilirlik ve ekonomiklik gibi avantajları sebebiyle gıda kurutmada en çok tercih edilen kurutucu tipleridir. Konveksiyonel kurutmada, kaliteli kurutulmuş ürünün enerji efektif olarak elde edilmesinde en önemli adım kurutma karakteristiklerinin belirlenmesidir. Birçok alanda başarıyla uygulanmış olan konveksiyonel kurutmada en önemli iki parametre kurutucu hava sıcaklığı ve ürünün nem içeriğidir (Çınar, 2014).

Konveksiyonel kurutma işleminde ürün üzerine direk sıcak hava akımı uygulandığından dolayı üründe özellikle renk ve besinsel kayıplara neden olmaktadır. Bu olumsuz etkilerin ortadan kaldırılması için kurutma işlemleri daha düşük sıcaklıklar

ve vakum altında yapılmaktadır. Endüstride kullanılan geleneksel kurutma işlemlerinin hızlı, ekonomik ve en az kayıpla sonlanması için geleneksel kurutma yöntemlerinden daha çok gelişmiş ve daha ekonomik olan sistemler tercih edilmektedir. Bundan dolayı kurutulmak istenen ürüne göre birçok farklı kurutucu tip devreye girer. Akışkan yataklı, döner (rotary), püskürtmeli (spray) tipindeki kurutucular bu sınıfa birer örnektir (Kartal, 2011; Dobooglu, 2012; Aydın, 2014).

Dondurarak kurutma

Dondurarak kurutma işleminin esası genel olarak süblimasyon olayına dayanır. Dondurarak kurutma genellikle çok düşük basınçta donmuş gıdalardan veya donmuş çözeltilerden, çözücünün (genellikle su) süblimasyonla ve bağlı suyun (donmamış) da desorpsiyonla uzaklaştırılmasıdır (Liapis ve Bruttini, 1997). Dondurarak kurutma işleminde sistemin çalışma prensibi genellikle üç başlık altında toplanabilir.

- 1- Dondurma periyodu
- 2- Birinci kurutma periyodu
- 3- İkinci kurutma periyodu

Dondurma periyodunda dondurulacak gıda maddeleri veya çözeltiler içerdikleri çözücünün tümü donana kadar soğutulur. Bu aşama dondurarak kurutma işlemi için çok önemlidir. Kurutulacak olan ürün donma sıcaklığının altındaki bir sıcaklığa kadar soğutulur. Yeteri kadar bir dondurma işlemi yapılamazsa bu durum üründen suyun uzaklaştırılmasını zorlaştırır ve dolayısıyla birinci kurutma periyodunun süresini fazlasıyla uzatmış olur. Birinci kurutma periyodunda ürünün içinde donmuş halde bulunan çözücü (su) süblimasyon olayı ile üründen uzaklaştırılır. Ürünün içinde donmuş halde bulunan çözücünün yapıdan uzaklaşabilmesi için kurutma sisteminin basıncının donmuş çözücünün buhar basıncından genellikle daha az olması gerekmektedir. Bu periyot boyunca üründen donmuş haldeki çözücünün uzaklaşmasıyla birlikte üründen çok az da olsa bir miktar bağlı su da uzaklaşır. Bu kuruma periyodu boyunca üründen süblimasyon ve desorpsiyonla uzaklaşan su buharı kurutucunun kurutma odasına girer. Su buharının maddeden sürekli olarak uzaklaşmasını sağlamak için su buharı kurutma odasından kondensör aracılığıyla sürekli uzaklaştırılır. Böylece kurutma odasının

içindeki su buharının kısmi buhar basıncı üründeki su buharının kısmi buhar basıncından sürekli olarak düşük kalması sağlanır. Sonuçta su buharı kondensör yüzeyinde buz olarak toplanır. Bu şekilde devam eden kuruma periyodu üründeki tüm donmuş tabakanın bitmesiyle birinci kuruma periyodu sonlanır. İkinci kuruma periyodu olarak nitelendirilen periyot boyunca; ürünün yapısında bulunan ve bağlı su olarak nitelendirilen donmamış haldeki su üründen uzaklaşır. Uzaklaşan bağlı su kurutulmuş tabakanın gözeneklerinden taşınarak üründen uzaklaşır (Liapis ve Bruttini, 1997).

Dondurarak kurutma yöntemi gıdada sıvı su bulunmamasını ve düşük sıcaklık gerektirdiği için kuruma esnasında meydana gelebilecek mikrobiyal ve diğer kimyasal olaylar durdurulmuş olmaktadır. Ayrıca dondurarak kurutma esnasında ürünün yapısındaki su katı formda bulunduğu için elde edilen son ürün şekli de korunmuş olmaktadır. Bu nedenlere bağlı olarak dondurarak kurutma işlemi yüksek kaliteli kurutulmuş ürün elde edilebilen modern bir kurutma yöntemidir (Cemeroğlu, 2004; Tamtürk, 2013; Aydın, 2014).

Dondurarak kurutma yönteminin bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır (Yağcıoğlu, 1999).

Avantajları:

- Ürünün fiziksel, kimyasal özellikleri ve besin değeri en üst düzeyde korunmaktadır
- İşlem düşük sıcaklıklarda gerçekleştiği için protein denatürasyonu, enzimatik ve enzimatik olmayan kararma reaksiyonları minimum seviyeye indirgenmektedir.
- Dondurularak kurutulmuş gıdalar gözenekli yapıya sahip olduğundan dolayı su, gıdanın molekülündeki yerini kolaylıkla geri kazanabilir.
- Dondurarak kurutulmuş ürünlerin aroma ve beslenme değeri çok yüksektir.

Dezavantajları:

- Ekipmanları büyük yatırım maliyeti gerektirir.
- Yüksek enerji maliyeti ve yoğun iş gücü gerektirdiği için işletme maliyeti oldukça yüksektir.

2.3. Yoğurt Tozu ve Önemi

Yoğurt; hem sütün sahip olduğu bütün besleyici özellikleri taşımakta hem de oluşumu sırasında meydana gelen birtakım fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal olaylar sayesinde önemi kat ve kat artmaktadır. İnsan beslenmesindeki önemi ve faydaları saymakla bitmeyen yoğurdun bütün olumlu özelliklerinin yanı sıra en büyük dezavantajı raf ömrünün kısıllığıdır. Yoğurttaki raf ömrünün kısıllığı hem üreticiler hem de tüketiciler açısından en büyük sorunlardan biridir. Yoğurdun raf ömrü 25-30°C'de 1 gün, 7°C'de 5 gün ve 4°C'de 10 gündür (Kumar ve Mishra, 2004a; Koç, 2008; Özden, 2009).

Yoğurdun raf ömrünü uzatmak için uygulanan en önemli yöntem kurutmadır. Kurutma ilk çağlardan beri kullanılan, en temel amaç olarak gıdaların bozulmadan, daha uzun süre muhafazasını sağlamak için uygulanan en eski yöntemlerden biridir. 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).

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 (Koç, 2008; Nalchi, 2014).

Yoğurdun kurutularak raf ömrünün uzatılması çok eskiye dayanan bir yöntemdir. 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 paketlenme 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 (Rasic ve Kurman, 1978; Kumar ve Mishra, 2004a, Kumar ve Mishra, 2004b).

Yoğurt tozu su ilave edilerek direkt yoğurt olarak kullanılabilirdiği 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 (Tamime ve Robinson, 1999). Yoğurt tozu starter kültür ve evlerde kara maya olarak da kullanılabilir.

Yoğurt tozu üretiminde kuruma işleminin etkinliğini arttırmak için yoğurdun kuru maddesini arttırmak faydalıdır. Bu kuru madde arttırma işlemi için yoğurdun süzülmesi, preslenmesi, santrifüjlenmesi, ultrafiltrasyonu ve buharlaştırma ile suyunun uzaklaştırılması gibi fiziksel ayırma yöntemleri kullanılabilir. Ancak bu yöntemlerden birinin kullanılmasıyla uzaklaşan su ile beraber yoğurdun yapısında birtakım kayıplar da meydana gelebilmektedir. Bu kayıplar vitaminler (tiamin, riboflavin) mineraller (Ca, P, Na, K), laktoz yağ ve serbest amino asit (histidin, tirozin) kayıpları olarak gruplandırılabilir (Chehade ve ark., 1992; Hessabi, 1995; Nergiz ve Seçkin, 1998; Kumar ve Mishra, 2004a).

Yapılan araştırmalara göre kurutma öncesinde yoğurda uygulanan konsantrasyon işlemleri maksimum 50–60°C koşullarında gerçekleştirilmelidir. Bu sıcaklık değerlerinin seçimi maksimum sayıda canlı yoğurt bakterisi elde etmek amaçlıdır. Konsantrasyon işlemi için daha yüksek sıcaklıkların seçilmesi evaporatör yüzeyinde yanmayı arttırdığı ve son üründe istenmeyen renk oluşumlarına sebebiyet verdiği bildirilmektedir (Tamime ve Robinson, 1999).

Kurutulmuş ürünlerin kalitesini belirleyen en önemli özelliklerden birisi son ürünün su aktivitesi değeridir. Süt bazlı toz ürünlerde depolama boyunca depolama

koşullarına bağlı olarak esmerleşme, topaklaşma, maillard reaksiyonu sonucu çözünmeyen bileşiklerin oluşumu, laktik asit bakteri sayısında azalma gibi sorunlar meydana gelebilmektedir (Kumar ve Mishra, 2004b).

Yoğurt tozunun kalitesini belirleyen en önemli özelliklerden bir diğeri de canlı kalan laktik asit bakteri sayısıdır. FAO/WHO'ya (Anonim, 1977) göre taze yoğurtta ve yoğurt tozunda *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bakterileri canlı ve bol miktarda bulunmalıdır. Taze yoğurt tozunda minimum 5.10^8 kob/g bir yıl depolanmış üründe ise minimum 5.10^6 kob/g düzeyinde bakteri bulunmalıdır (Rasic ve Kurman, 1978).

Uygulanan kurutma işlemine ve kurutma koşullarına bağlı olarak yoğurt tozunda; nem içeriği, partikül büyüklüğü, renk, aroma, lezzet, görünüş, çözünürlük, dağılıbilirlik, ıslanabilirlik gibi duyu kalite özellikler farklılık gösterebilmektedir (Kumar ve Mishra, 2004a).

Rekonstitüsyon işlemi sırasında zayıf kazein jeli özelliğindeki yoğurt matriksi zarar gördüğünden rekonsitüye yoğurt, taze yoğurda oranla daha düşük pıhtı sıklığı ve viskozite değerlerine sahiptir. Bilinen tüm kurutma teknikleri yoğurt jelinde geri dönüşümsüz deformasyonlara yol açmaktadır (Özer, 2006).

Yoğurt tozu, 10-40°C'de su ile 1:5 oranında (ağırlıkça, toz:su) rekonstitüe edildiğinde elde edilen ürünün lezzet, koku ve besin değeri açısından taze yoğurda benzer olduğu gösterilmiştir. Yoğurt tozundan elde edilen rekonstitüe yoğurdun kıvam özellikleri taze yoğurt ile kıyaslandığında kıvam özellikleri daha zayıftır. Bu durumun temel nedeni kurutma işlemi sırasında taze yoğurdun gösterdiği jel yapısının bozulmuş olmasından kaynaklıdır Bu duruma rağmen yine de yoğurt tozu özellikle beslenme eksikliği görülen, açlık oranı yüksek ve sıcak iklim kuşağındaki gelişmemiş ülkeler için ihraç potansiyeli yüksek bir ürün olarak görülmektedir. Türkiye'de fırın ürünlerinde, soslarda ve hazır çorba sanayinde kullanılmak üzere çok yeni olsa da yoğurt tozu üretimi yapılmaya başlanmıştır (Pan ve ark., 1994; Kumar ve Mishra, 2004a).

2.4. Ayran Üretimi ve Önemi

Süt ve süt ürünleri insanın doğduğu andan itibaren yaşamında önemli bir yer tutar. Sütün en iyi değerlendirme yöntemi içme sütü olarak tüketilmesi olsa da gerek süt içme alışkanlığımızın zayıf olması gerek sütün çabuk bozulan bir gıda olması gibi sebepler sütün büyük bir kısmını süt ürünlerine işlenmesini gerektirmektedir. Uzun yıllardan beri Orta Asya ve Anadolu'da işlenen ayran, özellikle Türk toplumunun beslenmesinde önemli bir yere sahiptir (Akçay, 2016).

İlk kez nerede ve nasıl yapıldığı bilinmemekle birlikte tarihi kaynaklara göre ayranın bir Türk buluşu olduğu ve yüzyıllardan beri Türkler ve Türk kültürü altında kalan ülkelerde yaygın olarak tüketildiği belirtilmiştir (Yaygın, 1981; Kurt, 1995).

Türk Gıda Kodeksi'ne göre ayran; “Yoğurda su katılarak veya kuru maddesi ayarlanan süte yoğurt kültürü ilave edilerek içilebilir kıvamda hazırlanan fermente üründür.” şeklinde tanımlanmaktadır. Türk Standartlarına göre ayran; yoğurdun veya inek, koyun, keçi ve manda sütlerinin tekniğine uygun olarak işlenmesiyle elde edilen, kendine özgü renk, koku, tat, kıvam ve görünümü olan bir süt ürünü olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2003).

Hoş tadı ve kokusu, sindirimini kolaylığı ve ferahlatıcı etkisi sayesinde fermente süt ürünleri arasında önemli bir yere sahip olan ayranın özellikle yaz aylarında üretiminin ve tüketiminin arttığı bilinmektedir. Geleneksel bir ürünümüz olan ayranın bileşiminde, ham madde olarak kullanılan yoğurdun veya sütün bileşimine bağlı olarak oransal artışlar ve azalmalar meydana gelmektedir. Endüstriyel üretimde Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre ayran tam yağlı, yarım yağlı ve yağsız olmak üzere üç farklı tipte üretilmektedir. Tam yağlı ayranların içermesi gereken yağ miktarı en az %1.5 yarım yağlı ayranların içermesi gereken yağ miktarı en az %0.8 ve yağsız ayranların içermesi gereken yağ miktarı ise en fazla %0.15 şeklindedir. Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği'ne göre ayranın fizikokimyasal özellikleri Çizelge 2.1'de verilmiştir (Akçay, 2016).

Endüstriyel anlamda ayranlar; Türk Standartları Enstitüsüne göre 2 farklı şekilde gruplandırılmaktadır (Anonim, 2003).

Çizelge 2.1 Ayranın fizikokimyasal özellikleri

Bileşen	En az
Süt proteini (ağırlıkça %)	2.7
Titrasyon asitliği (% Laktik asit)	0.6
Yağsız kuru madde %	6
Yoğunluk (g/ml)	Belirtilmemiş
NaCl (%)	Belirtilmemiş
Toplam spesifik mikroorganizma (Kob)	10 ⁶

1- Kısa ömürlü ayran

Geleneksel olarak gerek evlerde gerekse endüstriyel boyutlarda üretilen ayranlardır. Bu ürün; "Yoğurda içilebilir nitelikte su ve tuz veya süte içilebilir nitelikte su, yoğurt bakterileri ve fermentasyon işleminden sonra tuz ilavesi ile tekniğine uygun olarak üretilen fermente bir süt ürünüdür." şeklinde tanımlanmaktadır.

2- Uzun ömürlü ayran

Geleneksel olarak üretilen ayranlarda ortaya çıkan birtakım olumsuzlukları engellemek amacıyla geliştirilmiş bir üründür. Bu ürün; "Tekniğine uygun olarak üretilen ayrana katkı maddesi ilave edildikten sonra homojen hâle getirilen ve fermentasyon işlemi ısı ile durdurulan, oda sıcaklığında (20°C) en az 30 gün veya soğukta (4°C) en az 60 gün kendine özgü renk, tat, koku, kıvam ve görünümünü koruyabilen fermente bir süt ürünü" şeklinde tanımlanmaktadır.

Ayran üretimi süt veya direk 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 dönüştürülmesi hem üreticiler hem de tüketiciler için büyük avantajlar sağlayabileceği düşünülmektedir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Yoğurt

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, Mühendislik Fakültesi, 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, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü pilot süt işletmesine getirilerek yoğurt tozuna işlenmiştir. İşlenen sütlerin kurumadde artırımı için, Pınar Süt Mamulleri San. ve Tic. Ltd. Şti. (İstanbul) tarafından üretilen yağsız süttozu kullanılmıştır.

Yoğurt üretiminde hammadde olarak kullanılan çiğ sütlerin bileşimine ait ortalama değerler standart hatalarıyla birlikte Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1.Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ inek sütünün bileşim özellikleri

Özellikler	Çiğ süt
pH	6.71±0.01
Titrasyon Asitliği (%l.a)	0.18±0.03
Kurumadde (%)	11.88±0.01
Yağ (%)	3.55±0.02
Protein (%)	4.20±0.02

Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği’ne göre (Anonim, 2000). Çiğ inek sütünün titrasyon asitliği % laktik asit cinsinden 0.135 – 0.20 arasında, yağ oranının en az % 3.5 ve protein oranının da en az % 2.8 olması gerektiği belirtilmektedir Yoğurt üretiminde kullanılan bileşim özellikleri tebliğ ile karşılaştırıldığında tebliğe uygun değerler bulunduğu görülmüştür.

Yoğurt tozu üretiminde kullanılan yoğurtların bileşimine ait ortalama değerler standart hatalarıyla birlikte Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Yoğurt tozu üretiminde kullanılan yoğurtların bileşim özellikleri

Analiz	Çiğ süt
pH	4.56±0.01
Titrasyon Asitliği (%l.a)	1.00±0.05
Kurumadde (%)	14,21±0.01
Yağ (%)	3.50±0.03
Protein (%)	4.34±0.07
Mikrobiyoloji (log kob/g)	
<i>L. bulgaricus</i>	7.21±0.04
<i>S.thermophilus</i>	7.58±0.15

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Tebliğine (Anonim, 2009) göre yoğurdun titrasyon asitliği; laktik asit cinsinden en az % 0.6, ve en fazla % 1.5 olmalıdır. Tam yağlı yoğurt en az % 3.8, yağlı yoğurt en az % 3, yarım yağlı yoğurt en az % 1.5, az yağlı yoğurt en fazla % 1.5 , yağsız yoğurt en fazla % 0.15 oranında süt yağı içermelidir Buna göre, üretilen yoğurtlar kodekse uygun olup, yağlı yoğurt tipine uygundur. FAO/WHO'ya (Anonim, 1977) göre taze yoğurtta ve yoğurt tozunda *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bakterileri canlı ve bol miktarda bulunmalıdır. Buna göre ideal yoğurdun her gramında, 10^7 ile 10^9 kob/g canlı *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* bulunmaktadır. Bu değerler logaritmik olarak değerlendirildiğinde üretilen yoğurtların bakteri sayısının bu aralıkta olduğu görülmektedir.

3.1.2. Yoğurt kültürü

Araştırmada, yoğurt kültürü olarak CHR- HANSEN (Danimarka) firmasının ürettiği Yoflex@Express 1.0 (*Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*) kullanılmıştır.

3.1.3. Kurutucu

Dondurarak Kurutma Cihazı olarak LABCONCO (ABD) marka liyofilizatör cihazı kullanılmıştır. Dondurarak kurutma işlemi koşulları; -55°C 'de 96 saat süreyle ve iç basınç 0.005 Torr olacak şekilde uygulanıp kurutulmuştur (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Labconco marka liyofilizatör cihazı.

Konveksiyonel kurutma cihazı olarak ÖZTİRYAKİLER (Türkiye) markalı konveksiyonel fırın kullanılmıştır. Konveksiyonel kurutma koşulları; fırın tepsilerine 3 mm kalınlığında yayılarak serilen yoğurt 60°C 'de 8 saat süreyle kurutulmuştur (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Öztiryakiler markalı konveksiyonel kurutma cihazı.

3.1.4. Ambalaj materyali

Ambalaj materyali olarak ağız kısmı otomatik ambalajlama makinasında alüminyum varakla kapatılan 100 ml' lik polipropilen ambalaj kullanılmıştır.

3.1.5. Öğütücü

Denemede yoğurt tozunun öğütülmesi için öğütücü olarak ARNİCA (Türkiye) markalı kahve öğütme makinesi kullanılmıştır (Şekil3.3).



Şekil 3.3. Arnica markalı kahve öğütme makinesi.

3.1.6. Karıştırıcı

Üretilen yoğurt tozlarından elde edilen ayranların karıştırılması için HEİDOLPH SILENCRUSHER M (Almanya) markalı karıştırıcı kullanılmıştır. Karıştırılma işlemi 15 bin devirde 3 dakika olarak belirlenmiştir (Şekil 3.4).

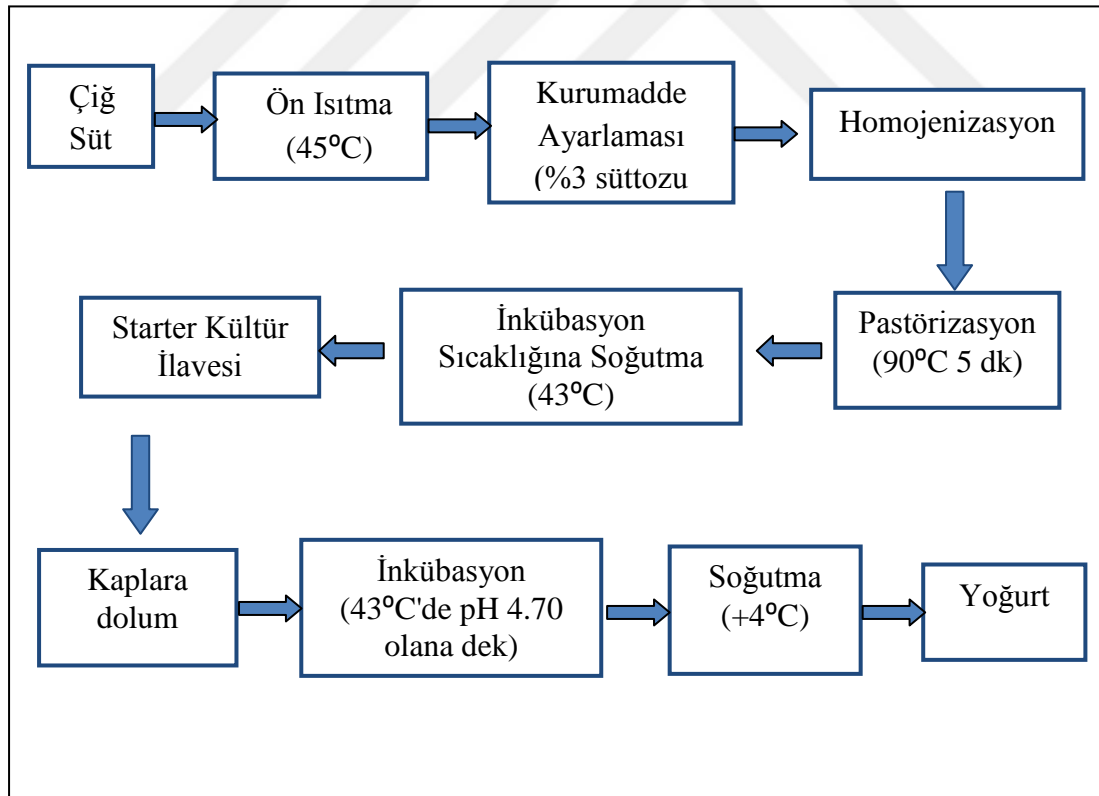


Şekil 3.4. Heidolph Silentcrusher-M markalı karıştırıcı.

3.2. Yöntem

3.2.1 Yoğurt üretimi

Süt-Kur işletmesinde sütler yoğurt üretimi için, 45°C'ye kadar ısıtılıp %3 oranında yağsız süttozu ile kuru madde ayarlaması yapılmıştır. Kurumadde ayarlamasından sonra homojenizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra süt 90°C' de 5 dakika pastörize edilmiştir. Pastörizasyondan sonra mayalama sıcaklığına kadar soğutulup tanklarda *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* içeren maya ile inoküle edilmiştir. Mayalama işleminden sonra denemede kullanılmak üzere mayalı süt 4 litrelik kaplara dolum yapılarak 43°C'de pH 4.70'i gösterene kadar inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra hızlı bir şekilde soğutulup yoğurtların sıcaklığı 4°C'ye düşürülüp 1 günlük süreyle depolanmıştır (Şekil 3.5).

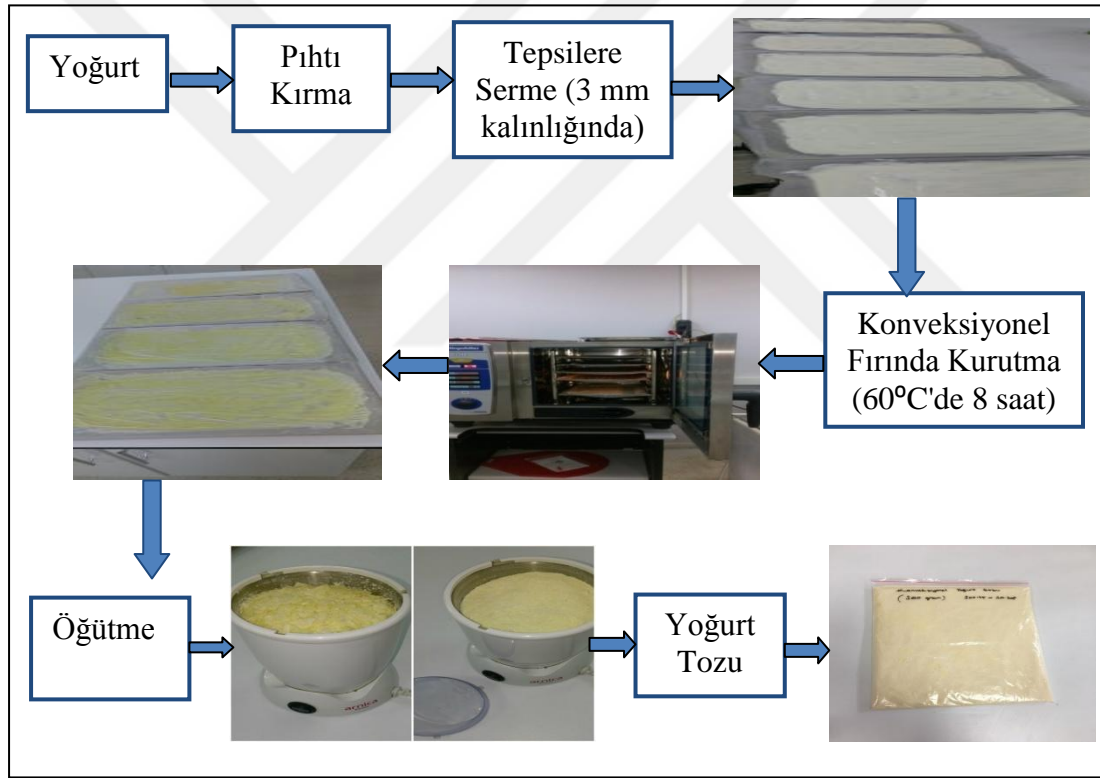


Şekil 3.5. Yoğurt üretimi akım şeması.

3.2.2. Yoğurt tozu üretimi

3.2.2.1. Konveksiyonel yöntemle yoğurt tozu üretimi

Bir günlük depolamanın ardından yoğurt tozu üretmek üzere pıhtısı kırılan yoğurtların bir kısmı konveksiyonel yoğurt tozu için altına yağlı pişirme kağıdı serilmiş 32x53 cm ebadındaki konveksiyonel fırın tepsilerine 3 mm kalınlığında serilerek 60°C'de 8 saat süreyle kurutulmuştur. Kurutulan yoğurtlar öğütme işleminden geçirilerek yoğurt tozu üretilmiştir (Şekil 3.6).

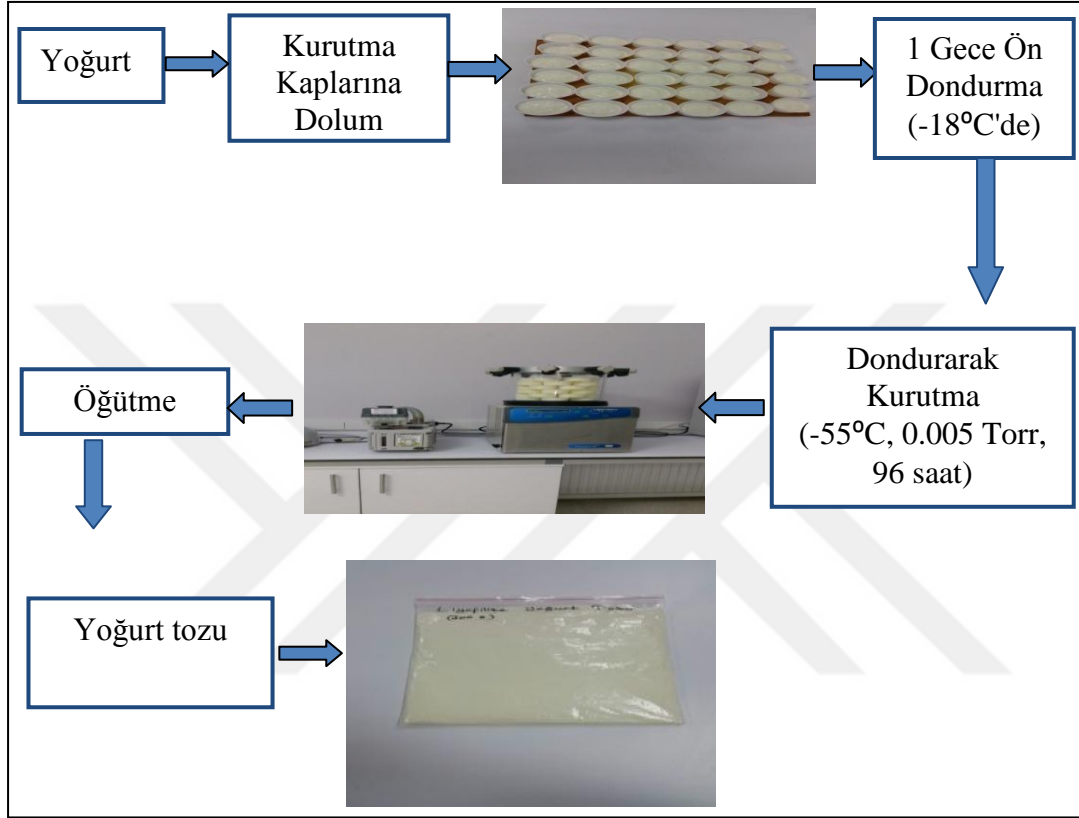


Şekil 3.6. Konveksiyonel yöntemle yoğurt tozu üretimi.

3.2.2.2. Liyofilize yöntemle yoğurt tozu üretimi

Pıhtısı kırılan yoğurtların diğer yarısı liyofilize yoğurt tozu üretimi için 100 ml'lik plastik kapaklı kaplara dolun yapılarak -18°C'de bir gece dondurulmuştur.

Dondurma işleminin ardından çalışma koşulları -55°C sıcaklık ve 0.005 Torr vakum basıncı olan cihaza yerleştirilen yoğurt örnekleri 96 saatin sonunda kurutulmuş ve öğütme işlemi de gerçekleştirildikten sonra yoğurt tozu elde edilmiştir (Şekil 3.7).

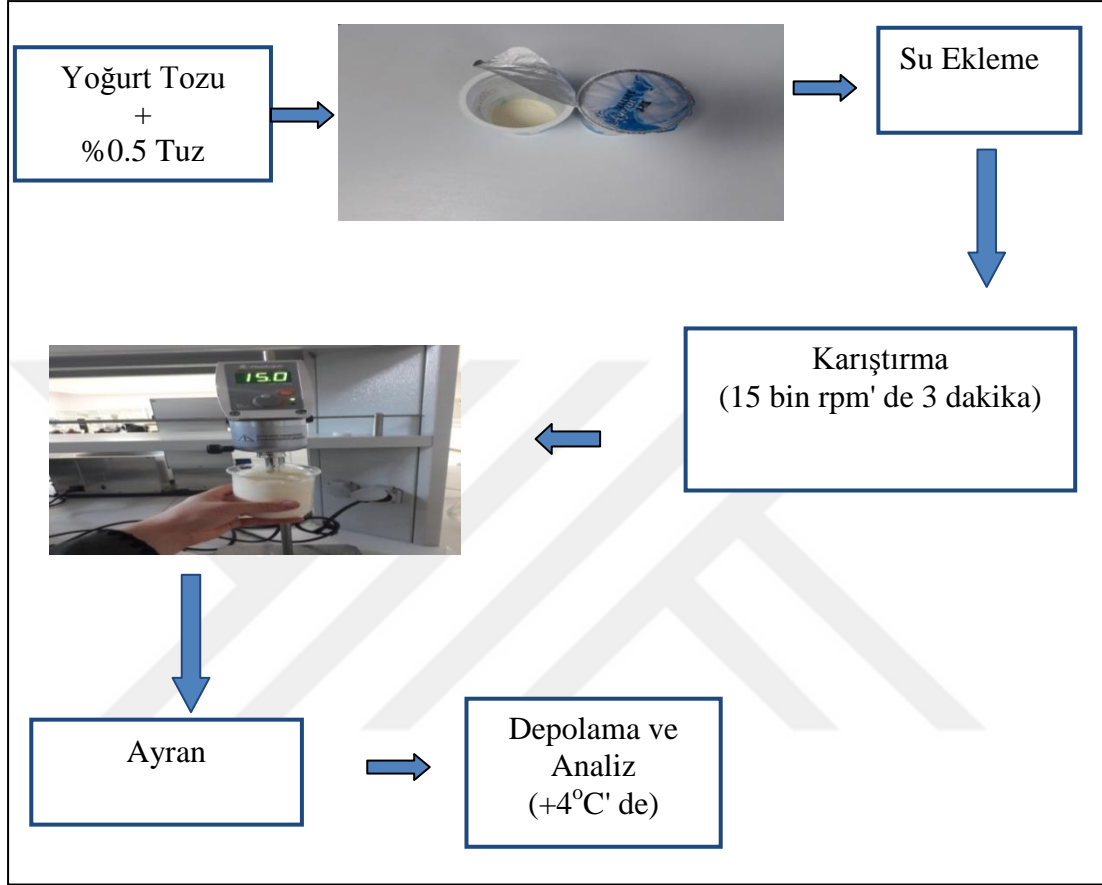


Şekil 3.7. Liyofilize yöntemle yoğurt tozu üretimi.

3.2.3. Yoğurt tozundan rekonstitüye ayran üretimi

Elde edilen yoğurt tozları gerekli kuru madde ayarlamaları yapılarak (%11.64) ve % 0.5 oranında tuz eklenerek rekonstitüye ayrana dönüştürülmüş ve 1., ve 15. günlerde analizleri yapılmak üzere 4°C 'de depolanmıştır. Yoğurt tozlarının bir kısmı da 100 ml'lik plastik ayran ambalajları içerisine 15 g tartılıp %0.5 tuz eklenerek ayran paketleme ünitesinde paketlenip 4°C 'de depolanmıştır. Depolanan yoğurt tozları 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerde açılıp, belirtilen kurumadde miktarına ulaşması için sulandırılıp

15 bin rpm'de 3 dakika karıştırıldıktan sonra ayrana dönüştürülmüş ve belirlenen analizler yapılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Yoğurt tozundan rekonstitüe ayran üretimi.

3.3. Uygulanan Analiz Yöntemleri

3.3.1 Yoğurt tozunda ve rekonstitüe ayranlarda yapılan kimyasal analizler

3.3.1.1. pH tayini

Yoğurt tozunda ve rekonstitüe ayranlarda pH değeri HANNA portable yogurt pH meter marka cam elektrotlu dijital pH metre ile saptanmıştır. pH değeri ölçülmeden

önce pH metre bir süre çalıştırılarak stabilize olması sağlanmıştır. Daha sonra pH metre pH=7 ve pH=4'lük buffer solusyonlarıyla kalibre edilmiştir. Örnek küçük bir beher içine konularak pH metre elektrodu içine daldırılmış ve okuma yapılmıştır (Kosikowski, 1982).

3.3.1.2. Asitlik oranı (%laktik asit) tayini

Yoğurt tozunda asitlik tayini, alkali titrasyon yöntemine göre yapılmıştır. 1 gram yoğurt tozu 50⁰C'deki 10 ml su ile yavaş yavaş karıştırılmıştır. 4-5 damla fenolftalein indikatöründen eklenerek 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir. Harcanan alkali miktarından yoğurt tozunun % laktik asit derecesi bulunmuştur (Anonim, 1994).

Rekonstitüe ayranlarda asitlik tayini, alkali titrasyon yöntemine göre yapılmıştır. Alkali olarak 0.1 N NaOH kullanılmış ve sonuçlar % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (Eş. 3.1) (Anonim, 1994).

$$\text{Titrasyon Asitliği (\%)} = [(C \times 0.009) / P] \times 100 \quad (3.1)$$

C= Titrasyonda harcanan 0.1 N NaOH (ml)

P= Titrasyonda kullanılan örnek miktarı (g)

3.3.1.3. Kuru madde tayini

Örneklerde kuru madde analizi için kurutma dolabında 100⁰C'de 15 dk. tutulan kurutma kapları soğuması için desikatöre alınmış ve darası alınan kurutma kaplarına 2.5- 3 g örnek tartılmıştır. Kurutma kapları değişmeyen ağırlığa gelinceye kadar kurutma dolabında bekletilmiş (103- 105⁰C'de 3- 4 saat) ve desikatörde soğutulduktan sonra son tartımlar alınmıştır. Alınan tartımlardan örneklerdeki % kuru madde miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Eş. 3.2) (AOAC, 1990).

$$\text{Kuru madde (\%)} = [\text{Örneğin kuru madde ağırlığı(g)} / \text{Örneğin ağırlığı(g)}] \times 100 \quad (3.2)$$

3.3.1.4. Yağ tayini

Yoğurt tozunda yağ tayini için bütirometrelere 10 ml sülfirik asit ve 3 ml su konulmuştur. Bir huni yardımıyla 1.69 g yoğurt tozu bütirometrelere aktarılmıştır. Üzerine 1 ml amil alkol konulmuştur. Yeterli miktarda 80°C'de saf su eklenerek bütirometrelerin işaretli kısmına kadar doldurulmuştur. Sonra üst tıpa kapatılmış ve hafif karıştırma işleminden sonra 5 dakika santrifüjde döndürülmüştür. 65°C'de su banyosunda 3-4 dakika tutulup okuma yapılmıştır. Bütirometreden okunan değer 6.66 ile çarpılarak % yağ değeri olarak kaydedilmiştir (Kurt ve ark., 2003).

Rekonstitüe ayran örneklerinde yağ tayini için bütirometrelere 10 ml sülfirik asit konulmuş. Üzerine 11ml ayran ve 1 ml amil alkol konulmuştur. Sonra üst tıpa kapatılmış ve hafif karıştırma işleminden sonra 5 dakika santrifüjde döndürülmüştür. 65°C'de su banyosunda 3-4 dakika tutulup okuma yapılmıştır. Bütirometreden okunan değer % yağ değeri olarak kaydedilmiştir (Kurt ve ark., 2003).

3.3.1.5. Protein tayini

Yoğurt tozu ve rekonstitüe ayranların toplam azot miktarı Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir. Kjeldahl tüplerine yaklaşık 1 g örnek tartılıp üzerine 12 ml sülfirik asit ile 1 adet kjeldahl tableti konulmuştur. Tüpler Kjeldahl ünitesinin yakma bölümüne takılarak tüp içeriği berraklaşınca kadar yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yakma ünitesinden alınan tüpler soğutulup üzerine 75 ml saf su ilave edilmiştir. Tüpler daha sonra distilasyon ünitesine bağlanarak distilasyon ünitesinden tüplere otomatik olarak 75 ml % 33'lük NaOH ilave edilmiştir. Distilasyon ünitesinin diğer ucuna içinde 25 ml %4'lük borik asit bulunan erlenmayer bağlanarak distilasyona yaklaşık 150 ml distilat toplanınca son verilmiştir. Elde edilen distilat 0.1N HCl ile titre edilip titrasyon sonucunda harcanan HCl miktarı dikkate alınarak örneklerin toplam azot içerikleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Eş. 3.3). Bulunan azot miktarı 6.38 faktörü ile çarpılıp %protein bulunmuştur (AOAC, 1990).

$$\text{Toplam Azot (\%)} = \left[\frac{(A-B) \times N \times 0.014}{\text{Örnek Miktarı (g)}} \right] \times 100 \quad (3.3)$$

A= Titrasyonda harcanan 0.1 N HCl (ml)

B= Sahit deneme için harcanan 0.1 N HCl (ml)

N=HCl'nin normalitesi

3.3.2 Yoğurt tozunda ve rekonstitüe ayranlarda yapılan fiziksel analizler

3.3.2.1. Renk tayini

Renk değerleri; Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan) cihazı ile ölçülmüştür.

3.3.2.2 Çözünürlük analizi

Yoğurt tozunda çözünürlük analizi, IDF 129A'ya (Anonim, 1988) göre yapılmıştır. 13g toz örnek tartılmış ve üzerine 25°C'de 100 ml damıtık su eklenmiştir. Köpürmeyi önlemek amacıyla 2-3 damla amil alkol damlatılmıştır. Karışım bir baget 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 (Ç) çökelti seviyesi okunmuştur. Örneklerin çözünebilme oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Eş. 3.4).

$$\text{Çözünebilme oranı (\%)} = 100 - 2\text{Ç} \quad (3.4)$$

3.3.2.3. Dağılılabirlik ve ıslanabilirlik analizi

Yoğurt tozunda dağılılabirlik ve ıslanabilirlik analizleri FIL-IDF:87'ye (Anonim, 1979) göre yapılmıştır.

Dağılılabirlik analizi için, 13g toz örnek tartılmış ve 25°C'de 100ml su içerisine 2,5s içerisinde tamamen boşaltılmıştır. Bu aşamada kronometre çalıştırılmış ve 20s 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, 13g toz örnek tartılmış ve 25°C'de 100ml su içerisine 2,5s içerisinde tamamen boşaltılmıştır. Bu aşamada kronometre çalıştırılmış ve tüm partiküller tamamen battığında kronometre durdurulmuş ve sonuç, saniye cinsinden geçen süre olarak kaydedilmiştir.

3.3.2.4. Serum ayrılması

Rekonstitüe ayranların serum ayrılması değerleri için 100 ml'lik mezürlere konulan ayranlarda 4°C'de depolama süresi boyunca ayrılan serum miktarı ölçülerek (ml olarak) % olarak verilmiştir (Özünü, 2005).

3.2.3.2.5. Viskozite

Rekonstitüe ayran örneklerinin viskozite değerleri Brookfield Dv-III Ultra Programmable Rheometer ile ölçülmüştür. 10⁰C sabit sıcaklıkta ve 30 rpm'de Ultra Low Adaptör (ULA) kullanılarak 10 saniyede bir ölçüm alınmıştır. Toplam 5 dakika boyunca 30 ölçüm yapılmıştır.

3.3.3 Yoğurt tozunda ve rekonstitüe ayranlarda yapılan mikrobiyolojik analizler

Yoğurtta canlı bakteri sayımı TS ISO 7889 (Anonim, 2004) standardına göre yapılmıştır.

3.3.3.1. *Lactobacillus bulgaricus* belirlenmesi

L. bulgaricus belirlenmesi için dökme plak yöntemi ile MRS agara ekim yapıldıktan sonra 37°C'de 72 saat anaerobik ortamda inkübe edilerek belirlenmiştir. Petrilerde gelişen tüm koloniler *L. bulgaricus* olarak değerlendirilmiştir. Koloni sayımı sonucu, "koloni oluşturma birimi/g kurumadde" (kob/g KM) olarak belirlenmiştir.

3.3.3.2. *Streptococcus thermophilus* belirlenmesi

S. thermophilus belirlenmesi için M-17 agara dökme plak yöntemi ile ekim yapıldıktan sonra 37°C'de 48 saat inkübe edilerek belirlenmiştir. Petrilerde gelişen tüm koloniler *S. thermophilus* olarak değerlendirilmiştir. Koloni sayımı sonucu, "koloni oluşturma birimi/g kurumadde" (kob/g KM) olarak belirlenmiştir.

3.3.3.3. Toplam mezofilik aerobik bakteri belirlenmesi

Toplam mezofilik bakterilerin belirlenmesi için PCA besiyerine ekim yapıldıktan sonra 37 °C'de 48 saat inkübe edilerek belirlenmiştir. Petrilerde gelişen tüm koloniler mezofilik bakteri olarak değerlendirilmiştir. Koloni sayımı sonucu, "koloni oluşturma birimi/g kurumadde" (kob/g KM) olarak belirlenmiştir.

3.3.3.4. Toplam maya- küf belirlenmesi

Maya-küf sayımı için PDA besiyerine ekim yapıldıktan sonra 25°C'de 5 gün inkübe edilerek belirlenmiştir. Petrilerde gelişen tüm koloniler Maya-küf olarak değerlendirilmiştir. Koloni sayımı sonucu, "koloni oluşturma birimi/g kurumadde" (kob/g KM) olarak belirlenmiştir.

3.3.4 Rekonstitüe ayranlarda yapılan duysal analizler

Rekonstitüe ayran örneklerinin duysal analizi 5 kişilik panelist grubu tarafından belirlenen günlerde yapılmıştır. Duysal analizler için 5 puanlık skalada örneklerin görünüş, kıvam, tat, koku, renk ve genel beğenirlikleri değerlendirilmiştir. Rekonstitüe ayranların duysal analizi için kullanılan değerlendirme formu Şekil 3.9'de verilmiştir.

3.3.5 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. Duysal 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).

Panelistin adı-soyadı:	Gün				
AYRAN ÖRNEKLERİNİN DUYUSAL DEĞERLENDİRMESİ						
5 puan üzerinden değerlendirme yapılacaktır.						
5: Çok iyi 4: İyi 3: orta 2: kötü 1: Çok kötü						
Örnek No	Görünüş	Kıvam	Tat	Koku	Renk	Genel Beğenirlik
1						
2						

Şekil 3.9. Rekonstitüe ayranların duysal değerlendirme formu.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Konveksiyonel (K) ve Liyofilize (L) olmak üzere iki farklı yöntemle üretilen yoğurt tozlarının yarısı 100 ml'lik plastik ambalajlarda depolanıp 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerde belirlenen analizlere tabi tutulmuştur. Diğer yarısı ise rekonstitüe ayran üretimi için %0.5 tuz eklenerek 100 ml'lik ambalajlarda depolanmış ve yine 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerde analizleri yapılmıştır. Ayrıca 1. gün üretilen rekonstitüe ayranlar 15. güne kadar +4°C'de depolanıp, ayranların sulandırıldıktan sonraki dayanım süresi ve göstermiş olduğu değişimler belirlenmiştir.

Bu bölümde yoğurt tozlarının ve yoğurt tozlarından üretilen rekonstitüe ayranların depolama süresi boyunca fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiş ve bulunan değerler istatistiksel olarak yorumlanmıştır.

4.1. Depolama Süreci Boyunca Yoğurt Tozlarında Saptanan Özellikler

4.1.1. Kimyasal özellikler

Depolama süresince yoğurt tozlarında saptanan pH, asitlik, kurumadde, yağ ve protein değerleri istatistiksel olarak değerlendirilip Çizelge 4.1'de verilmiştir.

4.1.1.1. pH

K ve L olmak üzere iki farklı yöntemle üretilen yoğurt tozlarının pH değerleri incelendiğinde; depolama periyoduna göre örneklerin pH değerlerinde bir azalış söz konusu olsa da bu azalış önemli düzeyde bulunmamıştır. Fakat yoğurt tozu üretim yönteminin pH değerleri arasında meydana getirdiği farklılık örnekler arasında önemli tespit edilmiştir. Depolama periyodu süresince K örneğinin pH değerinin L örneğinin pH değerinden düşük olduğu görülmüştür. Örneklerin pH değerleri arasındaki farklılığın K örneğinin üretim yöntemindeki yüksek sıcaklık ve sürenin etkisiyle meydana gelen

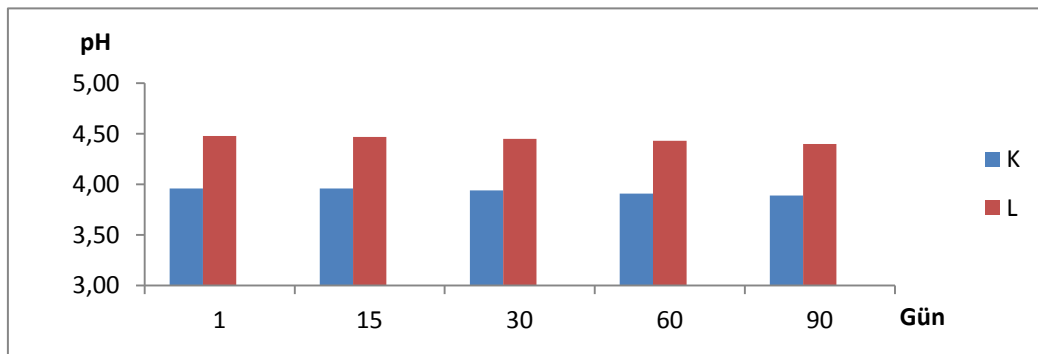
asitlik artışına bağlı olduğu düşünülmektedir. Yoğurt tozlarının pH değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. 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 (%L.a)	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 dönemler arası farklılığı göstermektedir ($p < 0.05$).

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



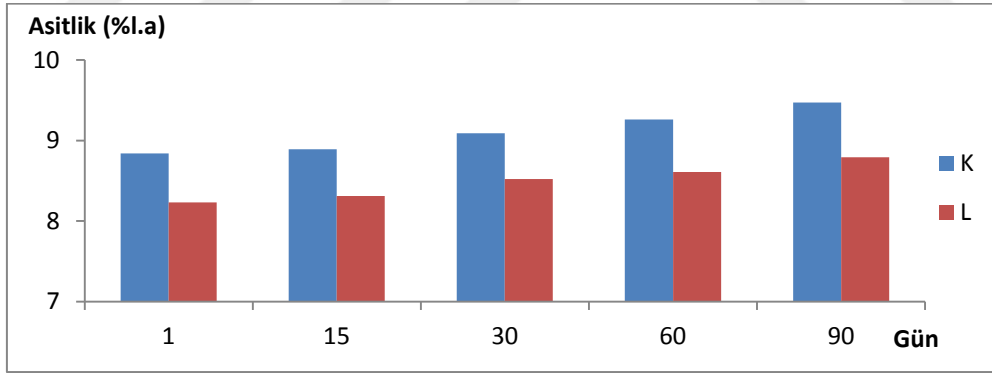
Şekil 4.1. Depolama süresince yoğurt tozlarında meydana gelen pH değişimi.

Gülter (2011), Liyofilize yöntem ile ürettiği kaşar peyniri tozlarının 90 günlük depolama periyodu boyunca pH değerlerinde değişim saptanmadığını vurgulamıştır.

Atalar (2012), "Kurutulmuş Kefir Üretimi" başlığı altında yaptığı tez çalışmasında, püskürtmeli kurutucu işlem koşullarının pH değerleri üzerine önemli bir etkide bulunmadığını belirtmiştir.

4.1.1.2. Asitlik (% laktik asitlik)

Depolama periyodu boyunca K ve L örneklerinin titrasyon asitliği artan değerler olsa da depolama periyodunun örneklerin titrasyon asitliğine etkisi önemli görülmemiştir. Titrasyon asitliğindeki bu artışın nedeni, laktik asit bakterilerinin faaliyetlerinin devam etmesi sonucu laktozun laktik aside dönüşmesi olarak düşünülebilir. Üretim yönteminin titrasyon asitliğine etkisi depolama süresince önemli bulunmuştur. Örneklerin titrasyon asitliği değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.2'de verilmiştir.



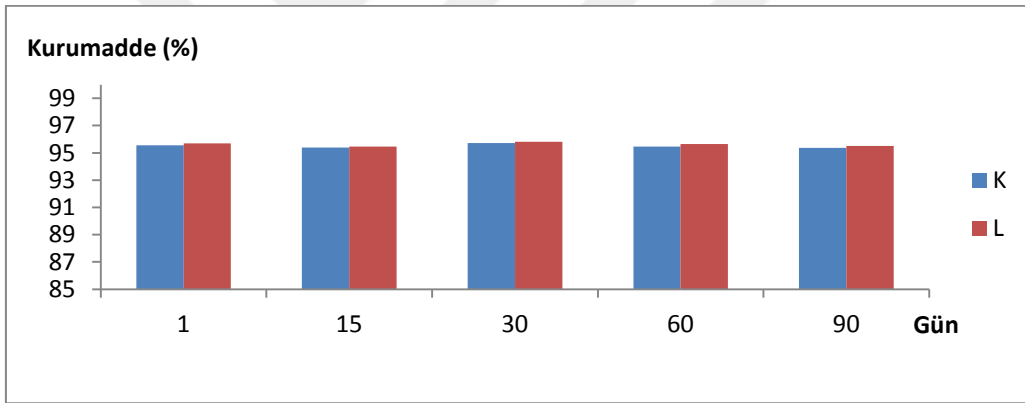
Şekil 4.2. Depolama süresince yoğurt tozlarında meydana gelen asitlik değişimi (%l.a).

Büyük oranda kurumadde içeriğinden etkilenen titrasyon asitliği, süt ve süt ürünlerinin dayanımında ve aromasında etkili bir parametredir. Protein içeriğindeki artış tamponlama kapasitesini arttırdığından dolayı depolamada titrasyon asitliğinde artış olmasına karşın pH değerinde önemli değişimler görülmemektedir (Atamer ve ark., 1986).

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.

4.1.1.3. Kurumadde

Depolama süresi boyunca yoğurt tozlarının kurumadde değerleri 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. Örneklerin kurumadde değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.3'de verilmiştir.



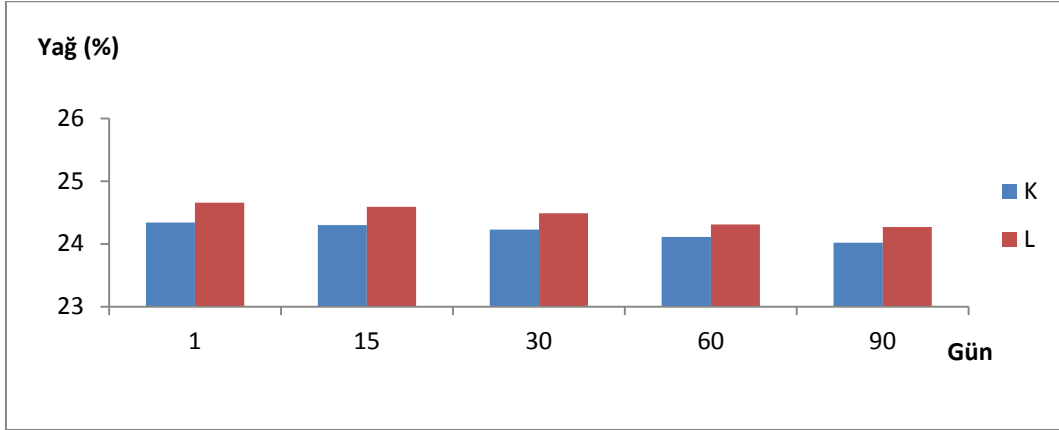
Şekil 4.3. Depolama süresince yoğurt tozlarında meydana gelen kurumadde değişimi (%).

Kearney (2009), kurutulmuş toz ürünlerde kurumadde miktarının %95'in üzerinde olması gerektiğini belirtmektedir. Çalışmamızda bulduğumuz kurumadde değerleri (ortalama %95.56) bu açıklama ile paralellik göstermektedir.

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.

4.1.1.4. Yağ

Üretilen yoğurt tozlarının yağ değerlerindeki değişim önemli düzeyde değildir. Örneklerin yağ değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.4'de verilmiştir.

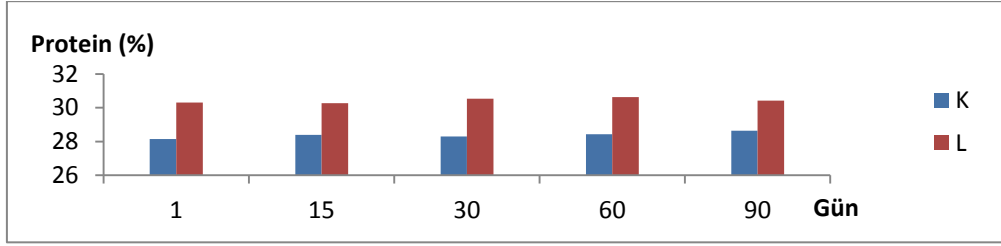


Şekil 4.4. Depolama süresince yoğurt tozlarında meydana gelen yağ değişimi (%).

Gülter (2011), kaşar peyniri tozları üzerine yaptığı çalışmada 90 günlük depolama süresinin kaşar peyniri tozlarının yağ oranlarında önemli bir değişikliğe yol açmadığını vurgulamıştır.

4.1.1.5. Protein

K ve L örneklerinin protein değerleri incelendiğinde K örneğinin protein değerinin L örneğinin protein değerinden daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Üretim yöntemi örneklerin protein değerleri arasında önemli bir fark meydana getirmiştir. K örneğinin protein değerinin daha düşük bulunmasının sebebi, Kumar ve Mishra'nın (2004) belirttiği gibi, konveksiyonel üretimde sıcaklığın etkisiyle bir miktar serum proteininin denatüre olmasıdır. Benzer sonuçlar Tontul ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada da tespit edilmiştir. Örneklerin protein değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.5'de verilmiştir.



Şekil 4.5. Depolama süresince yoğurt tozlarında meydana gelen protein değişimi (%).

4.1.2. Fiziksel özellikler

Yoğurt tozlarının depolama periyodu boyunca ölçülen renk, çözünürlük, dağılıbilirlik ve ıslanabilirlik özelliklerine ait istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. 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 ^{A,a}	25.36±0.35 ^{A,a}	24.70±0.03 ^{A,a}
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}
Dağılıbilirlik (s)	K	997±12.50 ^{A,a}	1027±14.00 ^{A,a}	1043±12.50 ^{A,a}	1039±23.50 ^{A,a}	1007±16.00 ^{A,a}
	L	1165±10.00 ^{B,a}	1117±14.00 ^{B,a}	1090±0.75 ^{B,a}	1101±18.00 ^{B,a}	1183±33.50 ^{B,a}
Islanabilirlik (s)	K	1248±13.00 ^{A,a}	1219±71.00 ^{A,a}	1237±7.50 ^{A,a}	1245±17.50 ^{A,a}	1227±19.50 ^{A,a}
	L	1331±11.50 ^{B,a}	1311±43.00 ^{B,a}	1323±9.00 ^{B,a}	1302±4.50 ^{B,a}	1346±6.50 ^{B,a}

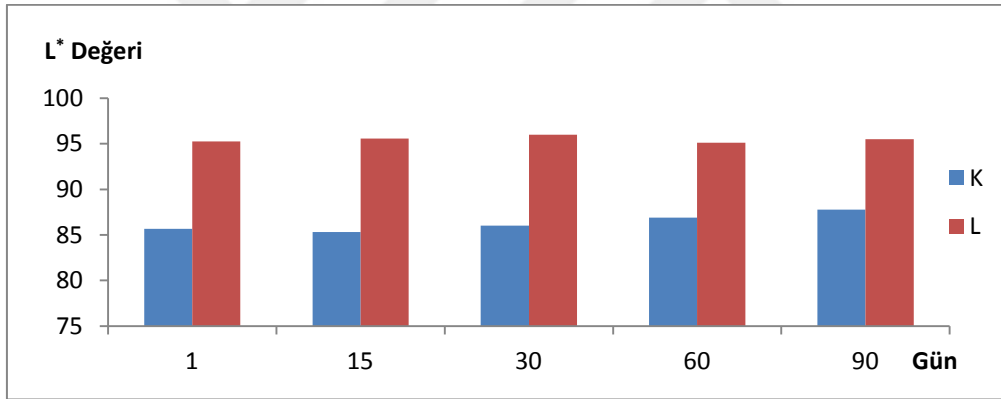
^{a,b,c}, Küçük harfler aynı satırda aynı örneğe ait dönemler arası farklılığı göstermektedir (p < 0.05).

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

4.1.2.1. Renk

4.1.2.1.1. L* değeri

Üç boyutlu CIE renk ölçüm sisteminde L*, aydınlık değerini göstermektedir. L* değerinin aralıkları 0–100 arasında değişmektedir. 0 değeri siyah, 100 değeri ise beyazı ifade etmektedir. Depolama süresince K örneklerinin L* değerleri 85.32 ile 87.79 aralığında belirlenirken, L örnekleri 95.11 ile 95.98 aralığında değerler almıştır. Depolama periyodu örneklerin L* değerini etkilemezken, üretim yöntemi örneklerin L* değerini etkilemiştir. Örneklerin L* değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. Depolama süresince yoğurt tozlarının L* değerinde meydana gelen değişim.

Süt ve süt ürünlerinde örneklerin yağ oranı ve uygulanan ısıl işlem etkinliği elde edilen ürünün rengini etkilediğinden dolayı K ve L örneklerinin renk tonları hissedilir derecede farklılık göstermiştir.

K örneklerinin L* değerinin daha düşük bulunması konveksiyonel yöntemde yoğurt tozu üretimi sırasında meydana gelen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları ile ilişkilidir. Dondurularak ve sıcak hava ile kurutulmuş yoğurt örneklerinin renk özelliklerinde meydana gelen farklılıklar Carvalho ve ark. (2017), Tontul ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer şekilde bulunmuştur.

Daha önce yapılan literatür çalışmalarına paralel olarak yaptığımız çalışmada da yüksek sıcaklığın yoğurt tozlarının renk özelliklerini hissedilir derecede etkilediği görülmektedir.

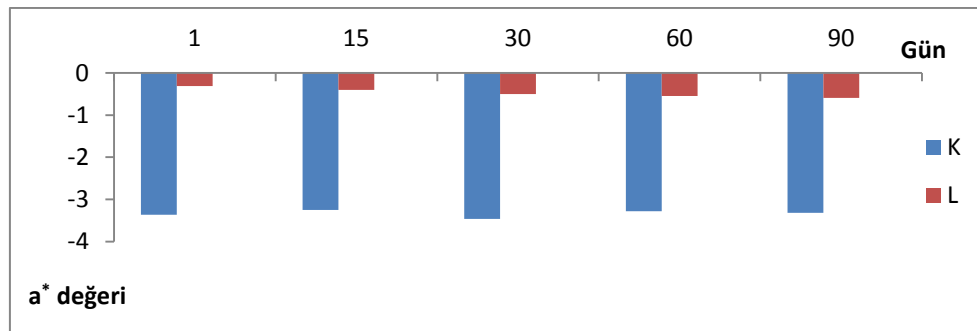
Yapılan farklı çalışmalarda Liyofilize yöntem kullanılarak üretilen yoğurt tozunun renk analizinde ölçülen L^* değeri 96.46, püskürtmeli kurutma yöntemi ile üretilen yoğurt tozunda giriş sıcaklığı 165°C , çıkış sıcaklığı 75°C iken ölçülen L^* değeri 87.85 olarak ölçülmüştür (Koç, 2008; Nalchi, 2014).

4.1.2.1.2. a^* değeri

Üç boyutlu CIE renk ölçüm sisteminde a^* değeri kırmızılığı ve yeşilliği (– yeşil, +kırmızı) göstermektedir (Anonim, 1994).

Depolama süresince K örneğinin a^* değerinde; -3.46 ile -3.25 aralığında, L örneğinde -0.31 ile -0.59 aralığında değişim görülmüştür. K örneğinin üretim aşamasında uzun süreli ve yüksek sıcaklığa maruz kalması a^* değerini azaltmıştır. Bu azalış, kurutma esnasında sıcaklığa bağlı olarak meydana gelen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları ile ilişkili olabilir.

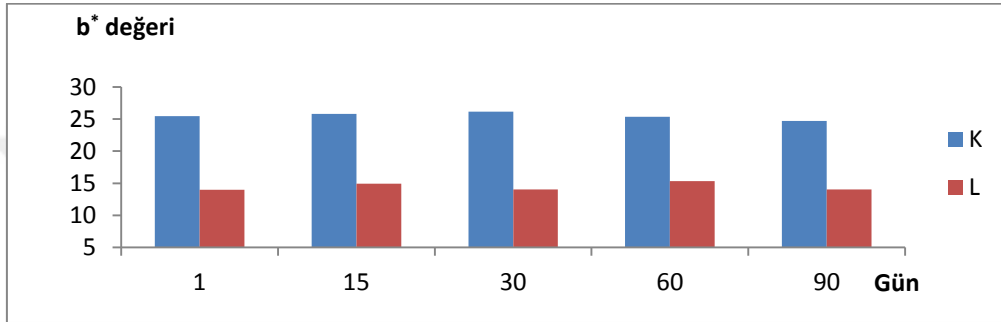
Carvalho ve ark. (2017) ve Tontul ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmalarda da dondurularak ve sıcak hava ile kurutulmuş yoğurt örneklerinin a^* değerinde meydana gelen renk farklılığı benzer şekilde bulunmuştur. Örneklerin a^* değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.7. Depolama süresince yoğurt tozlarının a^* değerinde meydana gelen değişim.

4.1.2.1.3. b* değeri

Üç boyutlu CIE renk ölçüm sisteminde b* değeri ise sarı ve maviliği (– mavi, + sarı) ifade etmektedir. Depolama süresinin K ve L örneklerinin b* değerine etkisi önemli görülmezken, üretim yönteminin örneklerin b* değerine etkisi önemli bulunmuştur. Örneklerin b* değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.8. Depolama süresince yoğurt tozlarının b* değerinde meydana gelen değişim.

Sıcak hava ile kurutulmuş K örneğinin b* değerinin dondurularak kurutulan L örneğinin b* değerinden daha yüksek bulunması K örneğinin yapısında bulunan laktozun sıcaklığın etkisiyle enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu göstermesinin sonucu olduğu düşünülmektedir. Benzer sonuçlar Tontul ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada da bulunmuştur. Benzer çalışmalarda ise Liyofilize olarak üretilen yoğurt tozunun renk analizinde ölçülen b* değeri 9.60, püskürtmeli kurutma yöntemi ile üretilen yoğurt tozunda ise 30.17 olarak ölçülmüştür (Koç, 2008; Nalchi, 2014).

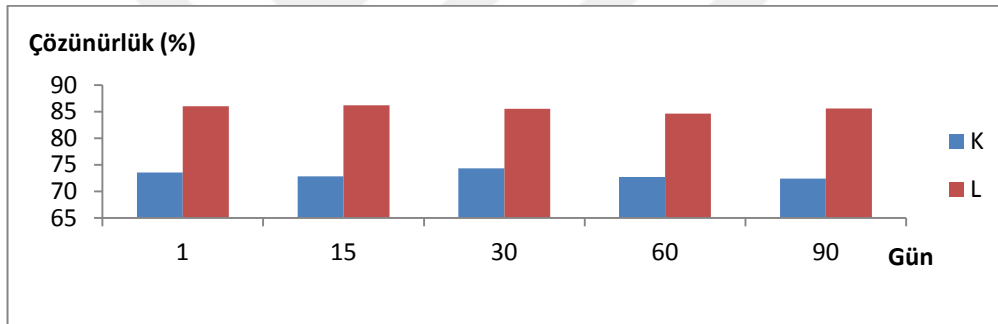
4.1.2.2. Çözünürlük

Çözünürlük, toz ürünün bir sıvı içerisinde rehidrasyonunu ifade eder ve çözünebilen parçacıkların çözelti içerisinde çözülmesi, çözünemeyenlerin de dispersiyon halinde bulunması durumudur (Thomas ve ark., 2004; Schuck, 2011). Çözünebilme oranı, süt veya süt ürünlerinden elde edilen toz gıdaların kalitesinin

belirlenmesinde çok yaygın olarak kullanılan bir analiz yöntemidir (Metin ve Öztürk, 2002).

Marshall (1993)'e göre ürünün nem miktarındaki azalış ve partikül büyüklüğündeki artış çözünürlüğü olumlu yönde etkilemektedir. Cano-Chauca ve ark. (2005), çözünürlüğün toz ürünlerde önemli bir kalite kriteri olduğunu ve partikül mikro yapısının çözünürlüğü doğrudan etkilediğini belirtmişlerdir.

Üretilen yoğurt tozlarının çözünürlük özellikleri K örneklerinde 72.40 ile 74.30, L örneklerinde 84.60 ile 86.20 aralığında tespit edilmiştir. Depolama süresinin örneklerin çözünürlük değerine etkisi önemsiz iken, üretim yönteminin örneklerin çözünürlük değerine etkisi önemli bulunmuştur. Örneklerin çözünürlük değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9. Depolama süresince yoğurt tozlarının çözünürlük değerinde meydana gelen değişim.

Koç (2008), "Püskürtmeli kurutucuyla yoğurt tozu üretim prosesinin optimizasyonu" adlı tez çalışmasında hava çıkış sıcaklığı 66°C, hava giriş sıcaklığı 156°C ve besleme sıcaklığı 9°C'de en düşük yoğurt tozu çözünebilme oranını %65, hava çıkış sıcaklığı 84°C, hava giriş sıcaklığı 174°C ve besleme sıcaklığı 25°C'de iken en yüksek yoğurt tozu çözünebilme oranını %73 olarak tespit etmiştir.

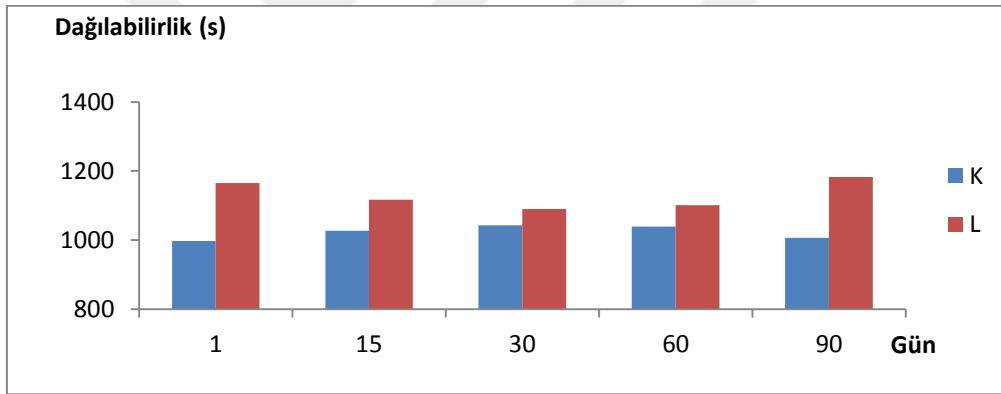
Süt ve süt ürünlerinden yapılan tozların çözünürlüğü protein denatürasyon düzeyine göre değişir. Tozların üretim sürecindeki ısıl işlemler proteinlerin denatürasyonuna neden olur. Denatüre olan proteinlerin çözünürlüğünün düşük olması tozun çözünürlüğünü de düşürür. Aynı zamanda, serum proteinlerinin çözünebilme

yeteneğinin pH 7'de yüksekken, pH 5'in altına inildiğinde %15 oranında düştüğü de belirtilmektedir (Stapelfeldt ve ark., 1997; Thomas ve ark., 2004).

Yukarıdaki literatür bilgilerine paralel olarak çalışmamızda K örneğindeki proteinlerin bir kısmının ısı ile denatüre olması ve pH değerinin daha düşük bulunması K örneğinde çözünürlük oranının da düşük olmasına sebep olmuştur.

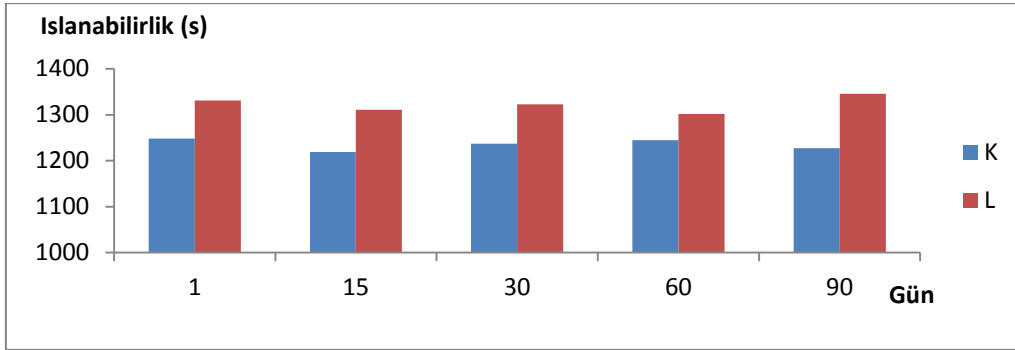
4.1.2.3. Dağılılabirlik ve ıslanabilirlik

Depolama periyodu boyunca K örneklerinin dağılılabirlik değerlerinin L örneklerinden daha düşük değerler aldığı gözlemlenmiştir. Depolama süresince örneklerin dağılılabirlik değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10. Depolama süresince yoğurt tozlarının dağılılabirlik değerinde meydana gelen değişim (s).

Islanabilirlik, tozun katı ve sıvı yüzeyindeki yüzey gerilimini aşma yeteneği olarak tanımlanır ve tozun tamamen ıslatılması için geçen süre olarak ölçülür (Selomulya ve Fang, 2013). Islanabilirlik değeri; tozun morfolojisi, boyutu, geometrisi ve gözenekliliği ile doğrudan ilişkilidir ve daha düşük ıslatma süresi arzu edilen bir özelliktir (Seth ve ark., 2017). K ve L örneklerinin ıslanabilirlik değerlerindeki değişim depolama periyoduna göre önemli bulunmazken, üretim yöntemine göre önemli görülmüştür. Örneklerin ıslanabilirlik değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.11'de verilmiştir.



Şekil 4.11. Depolama süresince yoğurt tozlarının ıslanabilirlik değerinde meydana gelen değişim (s).

Çalışmamızda üretim yöntemlerindeki farklılık ve yağ oranının yüksek olması K ve L örneklerinin dağılıbilirlik ve ıslanabilirlik sürelerini olumsuz etkilediği ve süreyi arttırdığı gözlemlenmiştir.

Toz ürünlerin dağılıbilirlik ve ıslanabilirlik değerleri yüzey bileşiminden doğrudan etkilenir. Ayrıca toz materyalin yağ içeriği ıslanma süresini olumsuz etkiler. Çünkü yağ yüzeyde hidrofobik bir yapı oluşturup yüzeyi yapışkan bir köprü gibi kaplayarak ıslanabilirlik süresini uzatır (Kim ve ark., 2005).

Sıcaklığın artırılması, tersinmez olarak denatürasyonun artmasına sebebiyet verdiği için, süt ürünlerinin rekonstitüe edilmesi sırasında denatüre olmuş proteinin sabit bir dağılıbilirlik göstermediği ve ayrıca partikül büyüklüğünün de dağılıbilirlik değerlerini etkilediği belirtilmiştir (Hall ve Hedrick, 1975).

Çalışmamızda konveksiyonel üretimde sıcaklığın etkisiyle bir miktar serum proteininin denatüre olması K örneğinin protein değerinin daha düşük bulunmasına ve buna paralel olarak K örneğinin dağılıbilirlik değerinin de düşük çıkmasına neden olmuştur. Koç (2008), püskürtmeli kurutucuyla yoğurt tozu üretim prosesinin optimizasyonu üzerine yaptığı tez çalışmasında; yoğurt tozlarının dağılıbilirlik sürelerini 194-897, ıslanabilirlik sürelerini 316-1007 saniye aralığında tespit etmiştir.

Kim ve ark. (2002), yaptıkları bir çalışmada püskürtmeli kurutucuda kurutulmuş 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.

4.1.3 Mikrobiyolojik özellikler

Depolama süreci boyunca yoğurt tozlarında saptanan *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, toplam mezofilik bakteri ve toplam maya-küf sayıları log kob/g olarak Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. 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>L. 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>S. 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	0.00 ^{A,b}	0.50±0.01 ^{A,a}	0.70±0.02 ^{A,a}	0.78±0.07 ^{A,a}	0.62±0.10 ^{A,a}
L	<i>L. 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}
	<i>S. 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	0.00 ^{A,b}	0.52±0.00 ^{A,a}	0.78±0.02 ^{A,a}	0.61±0.07 ^{A,a}	0.70±0.02 ^{A,a}

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

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

L. bulgaricus ve *S. thermophilus* yoğurt starter bakterileri olarak kullanılan ve yoğurt üretiminden sorumlu olan laktik asit bakterileridir (Yılmaz ve Temiz, 2003). Yoğurt bakterileri arasındaki simbiyotik ilişkide *Lactobacillus*’lar; proteinleri amino asit ve di-peptitlere dönüştürmede, *Streptococcus*’lar ise pürivik asit, formik asit, folik asit, uzun zincirli yağ asitleri ile CO₂ gibi metabolitleri üreterek ortamın pH’sını düşürmede rol alırlar (Petti ve ark., 2001).

Yoğurt tozundaki canlı bakterilerin sayısı, kurutma sırasında uygulanan ısı derecesinin etkinliğini değerlendirmek ve işleme koşullarını iyileştirmek için iyi bir kalite indeksi olarak düşünülebilir (Koç, 2008).

Kurutma işlemi sonrasında yoğurt tozu kalitesini etkileyen en önemli kalite ölçütlerinden biri canlı laktik asit bakterisi sayısıdır. FAO/WHO'ya (Anonim, 1977) göre taze yoğurtta ve yoğurt tozunda *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* bakterileri canlı ve bol miktarda bulunmalıdır. Buna göre kurutulmuş yoğurdun en önemli kalite kriteri olan canlı laktik asit bakterisi sayısı, taze yoğurt tozunda minimum $5 \cdot 10^8$ kob/g düzeyinde bulunmalıdır (Rasic ve Kurman, 1978).

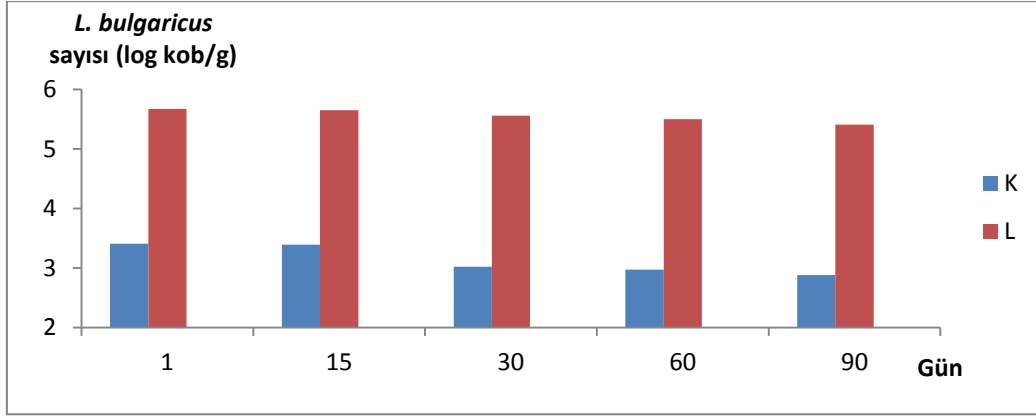
Kurutulmuş ürünlerde canlılığın devamını etkileyen en önemli faktörlerden biri depolama ve depolama süresince kullanılan ambalaj koşullarıdır. Farklı çalışmalar sıcaklığın depolama sürecindeki canlılık için en önemli etken olduğunu göstermiştir. Bilindiği üzere kurutulmuş örneklerin stabilitesi depolama süresince azalma gösterir. Ancak düşük sıcaklıklarda depolama var olan mikroorganizma yoğunluğunun hayatta kalma oranını arttırmaktadır (Nale, 2013).

Çalışmamızda yoğurt tozlarının $+4^{\circ}\text{C}$ 'de depolanması ve ayrıca dış ortamın neminden etkilenmesini engelleyen ambalaj malzemesinde saklanması depolama süresince var olan mikroorganizma yoğunluğunu korumuş ve bakteri sayısının azalışını sınırlandırmıştır.

4.1.3.1. *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (*L. bulgaricus*)

Çizelge 4.3 incelendiğinde K ve L örneklerinin *L. bulgaricus* sayısı depolama süresince azalan değerler göstermiştir. K örneğindeki azalış 1. ve 90. günlerde önemli ancak, L örneğindeki azalış depolama süresince önemsizdir.

Depolama süresince örneklerdeki canlı bakteri değişimini sınırlandıran etkenin ortamdaki serbest su miktarının azalması olduğu düşünülmektedir. Yani ortamda bakterilerin gelişimi için gerekli olan serbest suyun azalmasıyla mikroorganizma gelişimi azalmıştır. Depolama süresince örneklerin *L. bulgaricus* sayısında meydana gelen değişim Şekil 4.12'de verilmiştir.



Şekil 4.12. Depolama süresince yoğurt tozlarının *L. bulgaricus* sayısında meydana gelen değişim (log kob/g).

K örneğinde saptanan *L. bulgaricus* sayısının L örneğinde saptanan *L. bulgaricus* sayısından daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumun K örneğinin üretim yönteminde kullanılan yüksek sıcaklık ve sürenin bakteri sayısını olumsuz etkilemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

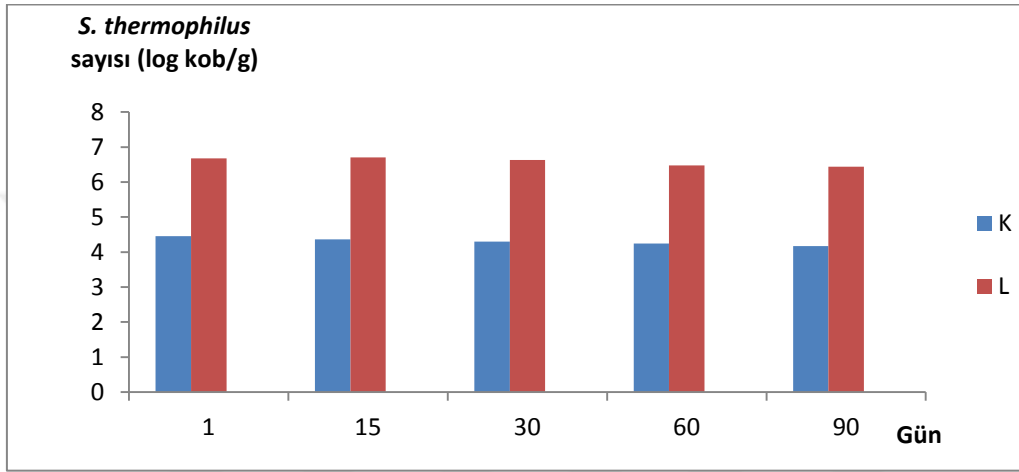
Tontul ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada; yoğurt tozu üretiminde kullanılan taze yoğurtta 9 log olan *L. bulgaricus* sayısını 60°C'de ve 0.5 mm kalınlığında sererek ürettiği yoğurt tozunda 5 log kob/g olarak belirlerken, dondurarak kurutma ile elde ettiği yoğurt tozunda 8,5 log kob/g olarak belirlemiştir.

Çalışmamızda ise yoğurt tozu üretiminde kullanılan taze yoğurdun *L. bulgaricus* sayısı 7.21 log kob/g olarak bulunmuştur. Bu değer göz önüne alındığında; konveksiyonel yöntemle üretilen yoğurt tozunda *L. bulgaricus* sayısı literatür çalışmasına paralel bir azalma gösterirken, dondurularak üretilen yoğurt tozundaki *L. bulgaricus* sayısının literatüre nazaran daha fazla bir azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durumun muhtemel nedeni çalışmamızdaki dondurarak kurutma işlem koşullarının farklı ve sürenin daha uzun olmasıdır.

4.1.3.2. *Streptococcus subsp. thermophilus* (*S.thermophilus*)

K ve L örneklerinin *S. thermophilus* sayısı depolama süresince azalan değerler göstereceği bu azalış önemli olarak görülmemiştir.

K örneğinde saptanan *S. thermophilus* sayısının, L örneğinde saptanan *S. thermophilus* sayısından daha düşük bulunması K örneğinin üretim yönteminde kullanılan yüksek sıcaklık ve sürenin bakteri sayısını olumsuz etkilediğini göstermektedir. Depolama süresince örneklerin *S.thermophilus* sayısında meydana gelen değişim Şekil 4.13'de verilmiştir.



Şekil 4.13. Depolama süresince yoğurt tozlarının *S. thermophilus* sayısında meydana gelen değişim (log kob/g).

Tontul ve ark. (2018), *S. thermophilus* sayısını taze yoğurttta 9 log kob/g, 60°C'de ve 0.5 mm kalınlığında sererek ürettiği yoğurt tozunda 7 log kob/g, dondurarak kurutma ile elde ettiği yoğurt tozunda 9 log kob/g olarak belirlemiştir. Koç (2008); hava giriş sıcaklığının 155°C, çıkış sıcaklığının 66°C olduğu koşullarda *S.thermophilus* bakteri sayısını taze yoğurttta 3.92×10^8 , yoğurt tozunda 8.86×10^6 düzeyinde bulmuştur. Konveksiyonel yöntemle ürettiğimiz yoğurt tozunun *S. thermophilus* sayısının literatür çalışmalarına paralel bir azalış gösterdiği tespit edilmiştir.

Depolama boyunca K ve L örneklerin *S. thermophilus* sayısı *L. bulgaricus* sayısından daha yüksek bulunmuştur. Konveksiyonel kurutmada sıcaklığın etkisiyle *L. bulgaricus* bakterisinin membran geçirgenliği zarar gördüğünden dolayı bakteri sayısında daha fazla azalma görülür. Bu durum *S. thermophilus* bakterisinin *L. bulgaricus* bakterisinden daha dirençli olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar literatürdeki diğer araştırmacıların bulgularıyla da desteklenmektedir (Kim ve

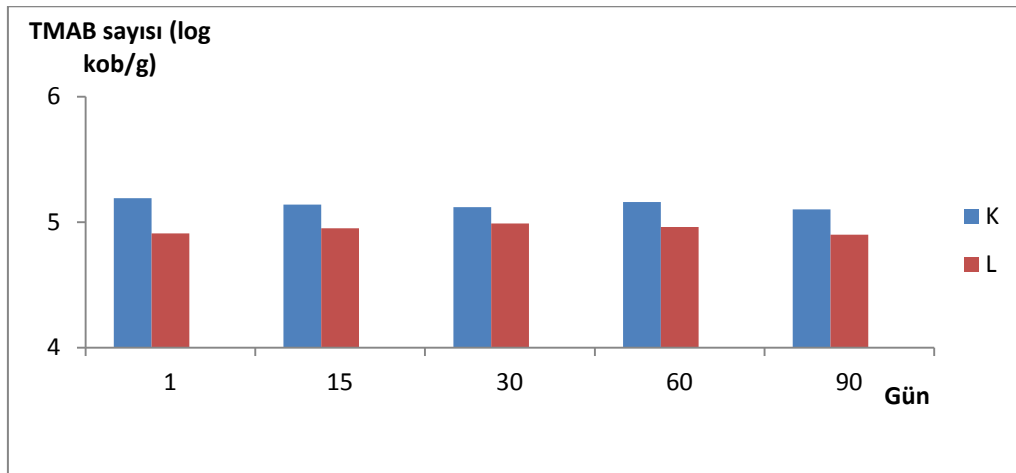
Bhowmik, 1990; Castro ve ark., 1997; Bielecka ve Majkowska, 2000; Ergün ve ark., 2013).

Benzer şekilde, Wang, Yu ve Chou (2004), *S. thermophilus*'un dondurularak kurutulmasından sonra *Lactobacillus acidophilus*'a göre daha yüksek bir hayatta kalma yüzdesi gösterdiğini belirtmiştir.

4.1.3.3. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB)

Depolama süresince 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 önemli görülmemiştir.

TS 1329 Süttozu standardına göre, süttozunda bulunması gereken TMAB sayısı 5×10^4 - 10^5 adet/ g olması gerektiği bildirilmektedir. Bu değerlere göre çalışmamızda K ve L örneklerinde tespit ettiğimiz TMAB sayısı standartlara uygunluk göstermektedir. Depolama süresince örneklerin TMAB sayısında meydana gelen değişim Şekil 4.14'de verilmiştir.

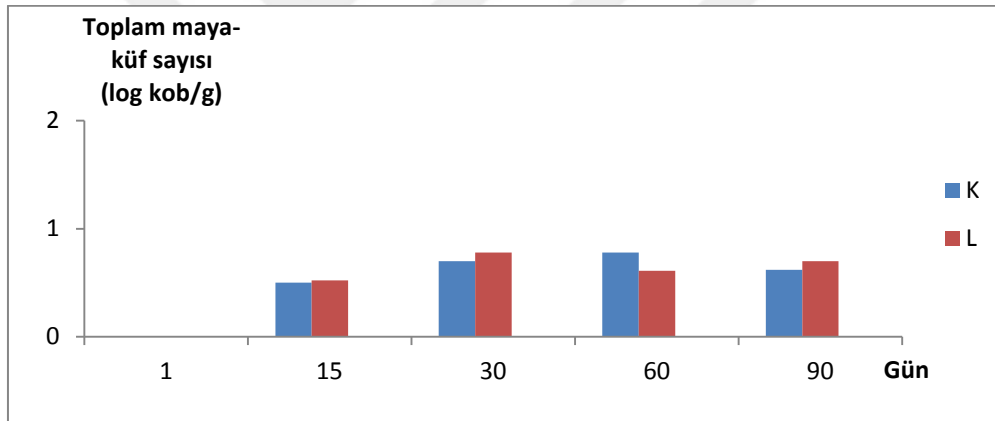


Şekil 4.14. Depolama süresince yoğurt tozlarının TMAB sayısında meydana gelen değişim (log kob/g).

4.1.3.4. Toplam maya- küf

Çizelge 4.3 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 (Anonim, 2009b) göre süttozunda bulunması gereken maya- küf sayısının en az 10^2 , en fazla 10^3 olması gerektiği bildirilmektedir. Çalışmamızda tespit ettiğimiz maya- küf sayısı bu sınır değerinin çok altında tespit edilmiştir. Depolama süresince örneklerin toplam maya- küf sayısında meydana gelen değişim Şekil 4.15'de verilmiştir.



Şekil 4.15. Depolama süresince yoğurt tozlarının toplam maya- küf sayısında meydana gelen değişim (log kob/g).

4.2 Depolama Süreci Boyunca Rekonstitüe Ayranlarda Saptanan Özellikler

4.2.1. Kimyasal analizler

Depolama süresi boyunca rekonstitüe ayranlarda saptanan pH, asitlik, kurumadde, yağ ve protein değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Ayran üretimine hazır şekilde paketlenip $+4^{\circ}\text{C}$ saklanan yoğurt tozları 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerde rekonstitüe edilip belirlenen analizler yapılmıştır. Ayrıca 1. gün üretilen rekonstitüe

ayranlar 15. güne kadar +4°C'de depolanıp, K_{kontrol} ve L_{kontrol} ayranları olarak nitelendirilmiştir. Böylelikle rekonstitüe edilen ayranların dayanım süresi ve göstermiş olduğu değişimler gözlemlenerek toz halde ve rekonstitüe halde saklamanın farkı belirlenmek istenmiştir.

Çizelge 4.4 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 (%l.a)	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 ^{c 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).

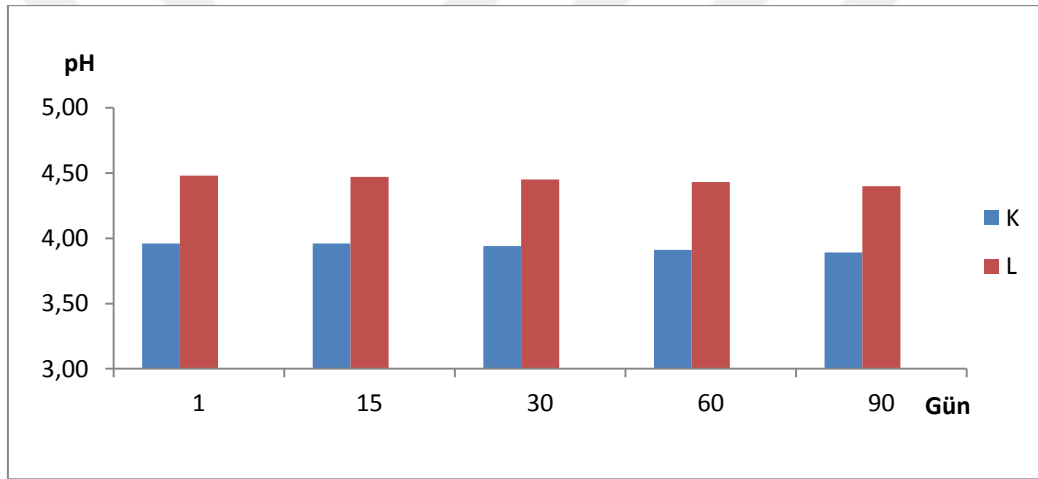
^{a,b,c}, Küçük harfler aynı satırda aynı örneğe ait dönemler arası farklılığı göstermektedir (p< 0.05).

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

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

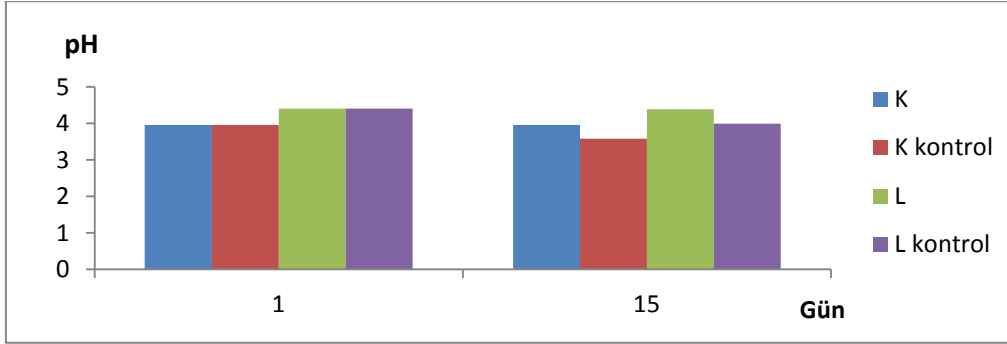
4.2.1.1. pH

90 günlük depolama süresince K rekonstitüe ayranlarının pH değeri L rekonstitüe ayranlarının pH değerinden düşük olduğu belirlenmiştir. K örneklerinin pH değeri 3.86-3.96, L örneklerinin pH değeri 4.32-4.40 aralığında değişim göstermiştir. Depolama periyoduna göre rekonstitüe ayranların pH değerleri bir azalış gösterse de bu azalış önemli bulunmamıştır. Ancak üretim yönteminin farklılığı rekonstitüe ayranların pH değerini etkilemiştir. Depolama süresince rekonstitüe ayranların pH değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.16. Depolama süresince rekonstitüe ayranların pH değerinde meydana gelen değişim.

1. gün üretilip 15. güne kadar depolanan ve kontrol örneği olarak kullanılıp dayanım süresi belirlenmek istenen ayranlarının 15 günlük depolama sonrasında pH değerlerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde; K_{Kontrol} ve L_{Kontrol} ayranının 15. günün sonunda K ve L ayranlarına göre önemli miktarda azalış gösterdiği gözlemlenmiştir. Depolama süresince ayranların pH değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.17'de verilmiştir.



Şekil 4.17. Ayranların pH değerlerinde meydana gelen değişim.

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 saklanmasının avantajını, çalışmamızın amacını ve ulaşılmak istenen asıl sonucu ortaya koymaktadır.

Gülter (2011), Liyofilize yöntem ile ürettiği kaşar peyniri tozlarının 90 günlük depolama periyodu boyunca pH değerlerinde değişim saptanmadığını vurgulamıştır.

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.

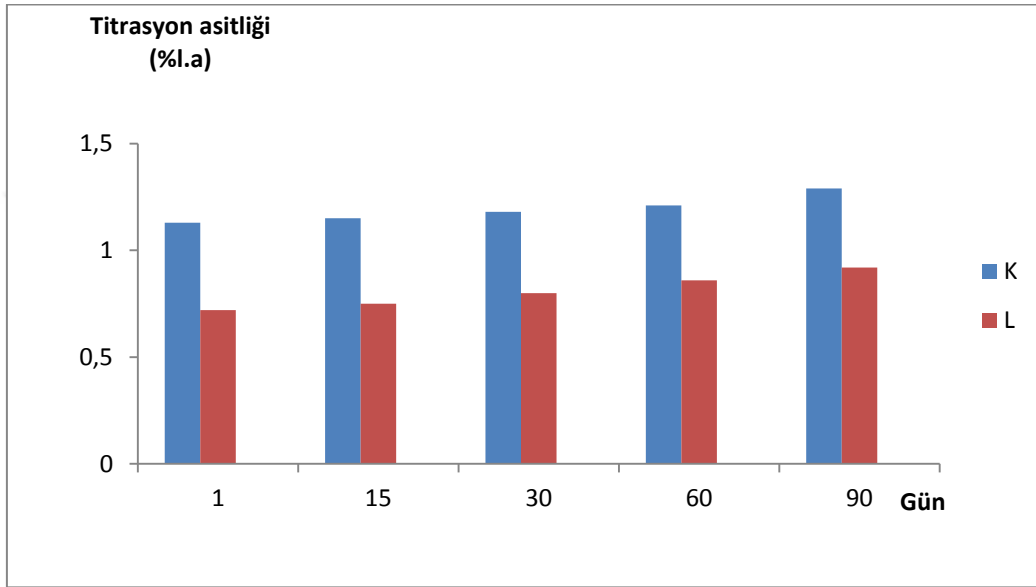
Farklı starter kültür kullanılarak üretilen ayranların kalite özelliklerinin incelendiği bir çalışmada; 21 günlük depolama süresince pH değeri; 1. günde 4.64, 21. günde 3.83 olarak tespit edilmiştir (Polat, 2009).

Çalışmamızda ayranların göstermiş olduğu pH değişimleri yapılan literatür çalışmalarına paralel şekilde bulunmuştur.

4.2.1.2. Asitlik (% La)

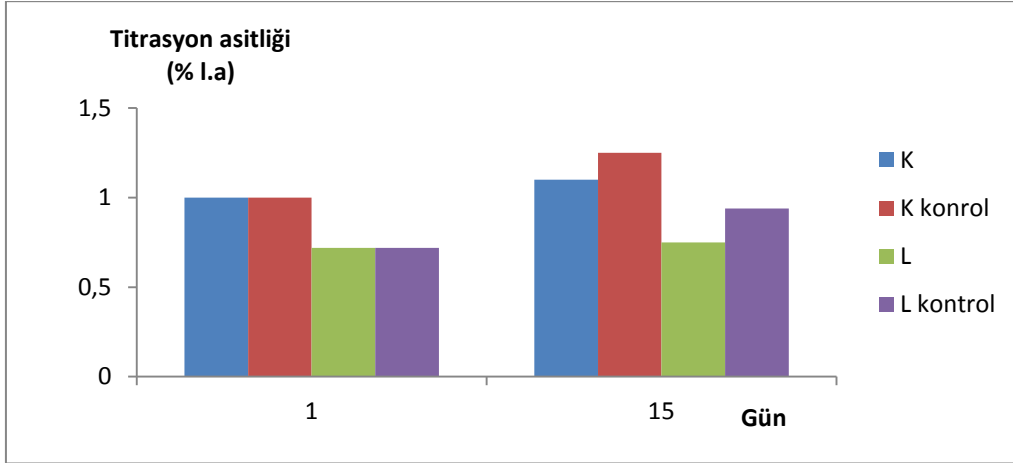
Titre edilebilir asitlik değeri, ayranın tat ve aromasıyla ilgili bir kalite kriteri olup ayranın tüketilebilme özelliğini kaybetmeden saklanabileceği sürenin belirlenmesinde son derece etkili bir faktördür. Ayranın titrasyon asitliği değeri laktik asit cinsinden en az % 0.6 olması gerektiği belirtilmiştir (Akçay, 2016).

Depolama periyoduna göre rekonstitüe ayranların titrasyon asitliği değerleri bir artış gösterse de bu artış önemli bulunmamıştır. Ancak üretim yönteminin farklılığı rekonstitüe ayranların titrasyon asitliği değerini istatistiksel olarak etkilemiştir. Depolama süresince rekonstitüe ayranların asitlik değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.18'de verilmiştir.



Şekil 4.18. Depolama süresince rekonstitüe ayranların titrasyon asitliği değerinde meydana gelen değişim (% l.a.).

1. gün üretilip 15.güne kadar +4°C'de depolanan ayranların titrasyon asitliğinde önemli bir artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Asitlikteki artış, starter kültürler ve bu starter kültürlerin ürettiği enzimlerin aktivitelerine bağlıdır (Abrahamsen ve ark., 1978; Abrahamsen ve Holmen, 1981; Atamer ve ark., 1989; Sezgin ve ark., 1993; Aydar, 1996; Altınayar, 1997; Atamer ve ark., 1999; Gülmez ve Güven, 2003). Depolama süresince ayranların asitlik değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.19'da verilmiştir.



Şekil 4.19. Ayranların titrasyon asitliği değerinde meydana gelen değişim (% I.a).

$K_{kontrol}$ ve $L_{kontrol}$ ayranlarının toz halde saklanan ve 15. günde rekonstitüe edilen K ve L ayranlarına göre 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. Yapılan duyuşsal analizlerde de 15. gündeki $K_{kontrol}$ ve $L_{kontrol}$ ayranlarının daha düşük puanlar aldığı tespit edilmiştir. Bu durum ayranların toz halde saklanmasının avantajını ve çalışmamızın temel amacını ortaya koymaktadır.

Ayranın fizikokimyasal, mikrobiyolojik, duyuşsal 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).

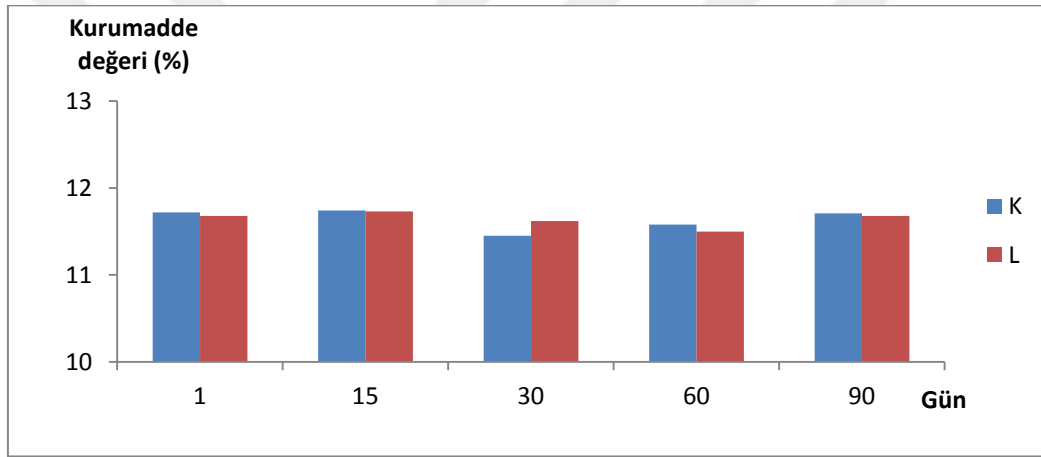
Akçay (2016), "Acılı ayran üretimi ve bazı özelliklerinin araştırılması" adlı tez çalışmasında 20 günlük depolama periyodunda kontrol örneğinin titrasyon asitliği değerlerini 0.56 ile 0.72 arasında artan değerlerde bulmuştur.

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.

4.2.1.3. Kurumadde

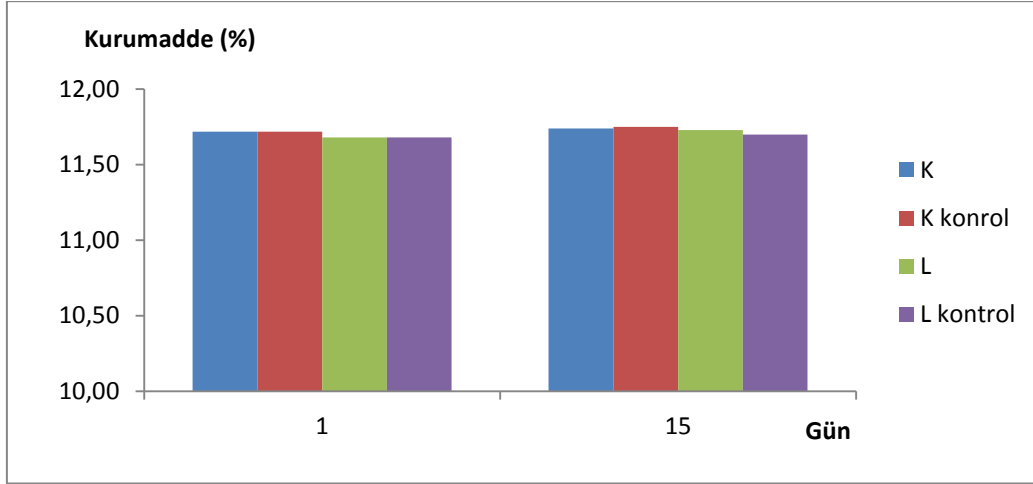
Rekonstitüe ayranların depolama süresi boyunca kurumadde değerleri 11.45-11.89 aralığında değişen değerler almıştır. Örneklerin kurumadde değerindeki bu değişim istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Depolama süresince rekonstitüe ayranların kurumadde değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.20'de verilmiştir.



Şekil 4.20. Depolama süresince rekonstitüe ayranların kurumadde değerinde meydana gelen değişim (%).

90 günlük depolama sürecinde yoğurt tozlarının kurumadde değerleri önemli değişiklikler sergilemediğinden dolayı rekonstitüe ayranlar da buna paralel olarak değişiklik göstermemiştir.

1. gün üretilip 15. güne kadar depolanan kontrol örnekleri ile 15. günde tozdan rekonstitüe edilen K ve L örneklerinin kurumadde değerlerindeki değişim önemsiz bulunmuştur. Depolama süresince ayranların kurumadde değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.21'de verilmiştir.



Şekil 4.21. Ayranların kurumadde değerinde meydana gelen değişim (%).

Özünlü (2005), yaptığı çalışmada ayran örneklerinin kuru madde değerlerini % 9.15-9.32; Köksoy (2003) ise ayranın yapısal özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik yaptıkları çalışmada 5 farklı ticari markaya ait ayranların kuru madde değerlerini % 7.6-8.3 arasında bulmuştur.

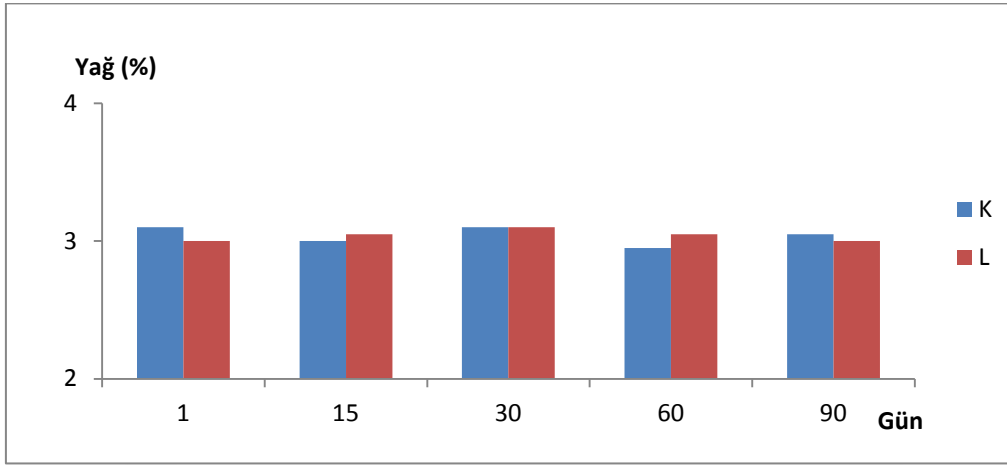
Ayran ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda kurumadde miktarını Polat (2009) %8.36-8.37, Yalçın (2016) ise %7.85 -%8.17 aralığında tespit etmiştir.

Çalışmamızda rekonstitüe ayranların kurumadde değerleri literatürdeki çalışmalardan daha yüksek bulunmuştur. Çünkü kıvamlı ayran tüketiminin tüketiciler tarafından daha çok tercih edilebileceği düşünülmüş ve buna göre sulandırma yapılmıştır.

4.2.1.4. Yağ

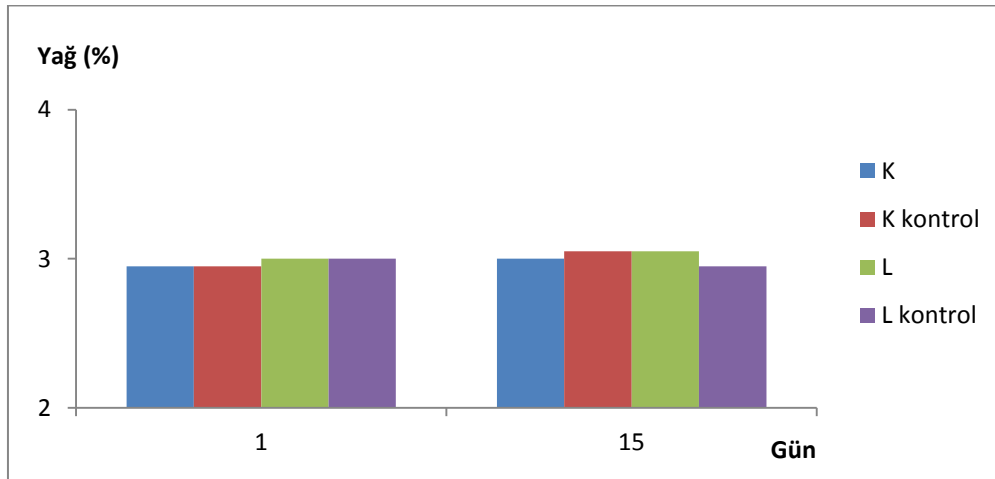
Depolama süresince rekonstitüe ayranların yağ miktarlarında bir farklılık tespit edilmemiştir.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne (Anonim, 2009a) göre tam yağlı ayranın yağ oranı en az %1.8 olması gerektiği bildirilmektedir. Buna göre üretilen rekonstitüe ayranlar tam yağlı ayran grubuna girmektedir. Depolama süresince rekonstitüe ayranların yağ değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.22'de verilmiştir.



Şekil 4.22. Depolama süresince rekonstitüe ayranların yağ değerinde meydana gelen değişim (%).

K_{kontrol} ve L_{kontrol} ayranları ile 15. günde rekonstitüe edilen K ve L ayranlarının yağ değerlerinde meydana gelen değişim önemsiz bulunmuştur. Depolama süresince ayranların yağ değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.23'de verilmiştir.



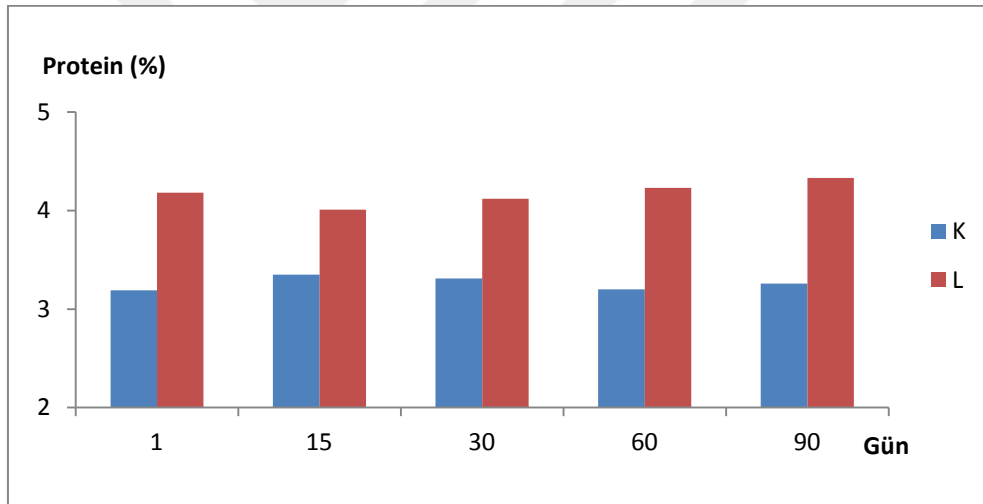
Şekil 4.23. Ayranların yağ değerlerinde meydana gelen değişim

Ayran ile ilgili yapılan çalışmalarda örneklerin yağ oranlarını Köksoy (2003), % 1.9-2.0 arasında; Kuş (2010), % 2.5-2.7 arasında; Akçay (2016) ise 1.8-3.2 arasında

bulmuştur. Çalışmamızda tespit ettiğimiz yağ değerleri bu çalışmalarla paralellik göstermektedir.

4.2.1.5. Protein

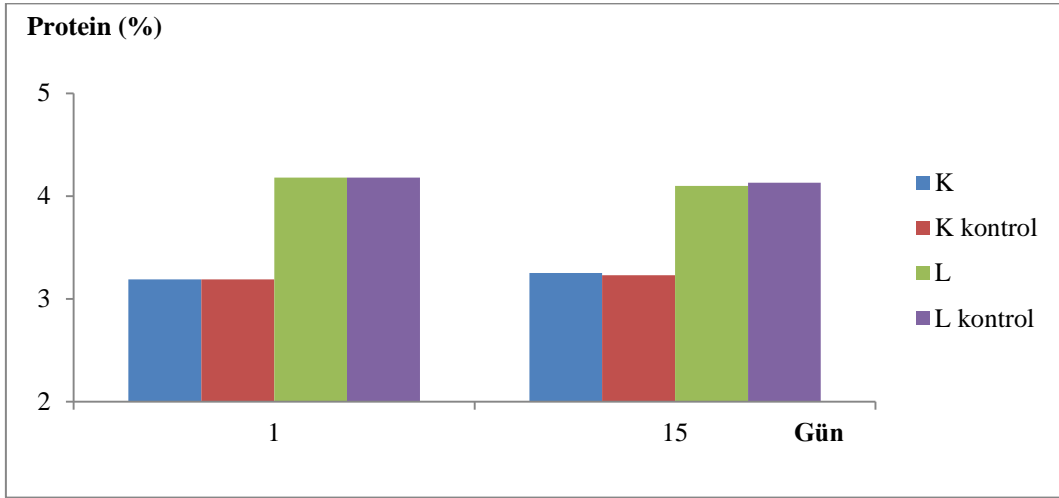
Örnekler üretim yöntemlerine göre kıyaslandığında K örneğinin L örneğinden daha düşük protein oranına sahip olması önemli bulunmuştur. K örneğinin protein değerinin daha düşük bulunmasının sebebi, K örneğinin kurutma esnasında direkt olarak sıcak havaya maruz kalması ve bir miktar proteinin denatürasyonuna yol açmış olmasıdır (Tontul ve ark., 2018). Depolama süresince rekonstitüe ayranların protein değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.24'de verilmiştir.



Şekil 4.24. Depolama süresince rekonstitüe ayranların protein değerinde meydana gelen değişim (%).

Süt Ürünleri Tebliği'nde (Anonim, 2009a); ayranlarda protein oranının en az % 2.0 olması gerektiği bildirilmiştir Protein miktarı açısından üretilen ayranların ilgili tebliğe uygun olduğu belirlenmiştir.

K_{kontrol} ve L_{kontrol} ayranları ile 15. günde rekonstitüe edilen K ve L ayranlarının protein değerleri arasındaki değişim önemsizdir. Depolama süresince ayranların protein değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.25'de verilmiştir.



Şekil 4.25. Ayranların protein değerlerinde meydana gelen değişim (%).

Akçay (2016), 20 günlük depolama boyunca ayran örneklerinin protein oranlarını %2.84-2.90 arasında bulmuştur.

Ayran ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde; ayranların depolama süreci boyunca kurumadde, yağ ve protein değerlerinin değişmediği görülmüştür. Bu bağlamda bazı araştırmacılar üretilen ayranlarda sadece birinci gün için kurumadde, yağ ve protein oranlarına bakıp depolamanın ilerleyen günlerinde bu ölçümleri tekrarlamamışlardır (Polat, 2009; Çelikel, 2012). Polat (2009), ürettiği ayranların protein oranını 1. gün 2.25-2.27; Çelikel (2012) ise 1.97-2.03 olarak bulmuştur.

Çalışmamızda protein oranlarının literatür çalışmalarından biraz daha yüksek bulunmuş olması ayranlarımızın kurumadde değerinin literatürdeki çalışmalardan daha yüksek olmasındandır.

4.2.2. Fiziksel analizler

Depolama süresi boyunca rekonstitüe ayranlarda saptanan serum ayrılması, viskozite ve renk ölçümleri Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. 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}
Viskozite (cP)	K kontrol	3.30±0.01 ^{X,y}	26.00±2.00 ^{X,x}			
	L kontrol	1.10±0.10 ^{BX,y}	11.00±1.00 ^{X,x}			
L*	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 ^{B,a,X,x}	8.28±0.21 ^{B,a,X,x}			
	L kontrol	39.60±1.91 ^{A,a,X,x}	39.53±0.06 ^{A,a,X,x}			
Renk a*	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 ^{B,a,X,x}	85.04±0.46 ^{B,a,X,x}			
	L kontrol	95.38±0.00 ^{A,a,X,x}	93.79±0.05 ^{A,a,X,x}			
b*	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 dönemler arası farklılığı göstermektedir (p< 0.05).

X,Y,Z, Büyük harfler 1. ve 15. günlerde aynı sütunda örnekler arası farklılığı göstermektedir (p< 0.05).

x,y,z, Küçük harfler 1. ve 15. günlerde aynı satırda aynı örneğe ait dönemler arası farklılığı göstermektedir (p< 0.05).

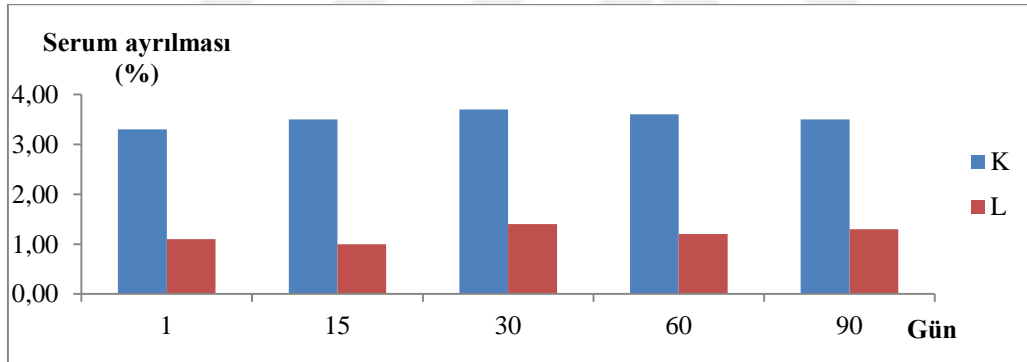
4.2.2.1. Serum ayrılması

Su salma veya serum ayrılması yoğurt ve ayranlarda yaygın olarak görülen bir kusurdur. Yoğurt ve ayran gibi jelimsi maddelerde syneresis olarak da adlandırılan serum ayrılması, katı ve sıvı fazın birbirinden ayrılmasıdır. Protein ağı suyu sıkı bir

şekilde tutamadığı zaman serum ayrılması meydana gelir. Serum ayrılması önemli bir kalite ölçütüdür (Lucey, 2001; Çelikel, 2012).

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.

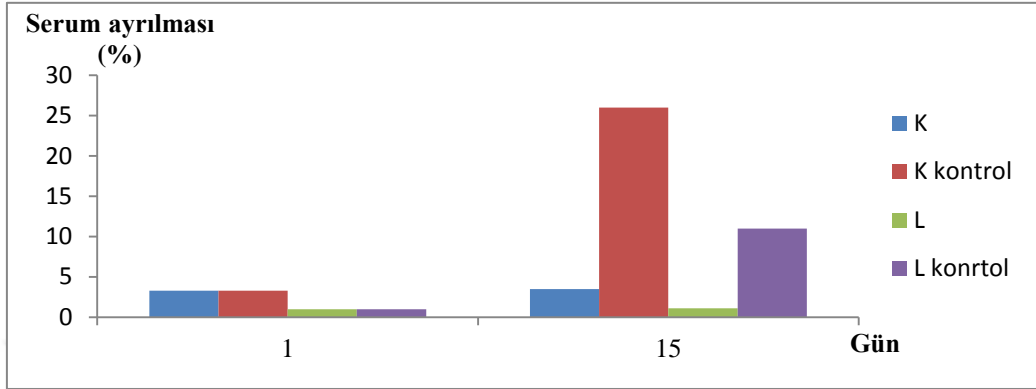
K ve L rekonstitüe ayranlarında saptanan serum ayrılması değerleri incelendiğinde; depolama süresince K örneklerinin serum ayrılması değerlerinin L örneklerinin serum ayrılması değerlerinden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Konveksiyonel yöntemle üretilen K grubu örneklerinin üretim yönteminde direk ısıya maruz kalması proteinlerin ağ yapısını bozmuş olabileceği ve böylece proteinlerin su tutma kapasitesinin düşmüş olabileceği düşünülmektedir. Rekonstitüe ayranların serum ayrılması değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.26'da verilmiştir.



Şekil 4.26. Depolama süresince rekonstitüe ayranların serum ayrılması değerlerinde meydana gelen değişim.

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. Depolama süresince ayranların serum ayrılması değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.27'de verilmiştir.



Şekil 4.27. Ayranların serum ayrılması değerlerinde meydana gelen değişim.

Yalçın (2016), farklı oranlarda yağ içeren sütlerden üretilen ayranlarda homojenizasyon ve ısıl işlem uygulamalarının etkilerini incelediği çalışmasında; 30 günlük depolama süresince ayran örneklerinde belirlenen serum ayrılması değerlerini depolamanın ilk gününde %12.0 ile %31.6, 15. gününde %20.0 ile %37.6 ve depolamanın 30. gününde ise %21.0 ile %39.6 arasında değiştiğini belirtmiştir.

Yapılan bir çalışmada; ayran örneklerinin 14 günlük depolama süresince serum ayrılması değerleri 1. gün %5.50, 7. gün % 21.50, 14. gün %29.50 olarak tespit edilmiştir (Özönlü, 2005).

Şanlı (2011), yaptığı tez çalışmasında 20 günlük depolama periyodunda kontrol örneğinin serum ayrılması değerlerini 1. gün %1.50, 10. gün % 17.25, 20. gün %34.25 olarak bulmuştur.

Bir tez çalışmasında 20 günlük depolama süresince kontrol örneğinin serum ayrılması değerleri 1. gün %3, 10. gün % 30, 20. gün %36 olarak tespit edilmiştir (Çelikel, 2012).

15 günlük depolama süresince rekonstitüe ayranlarda tespit edilen serum ayrılması değerlerinin yapılan literatür çalışmalarına paralel olarak artış göstermesi beklenen bir durumdur. Bu durum ayran örneklerinde ciddi bir yapı kusuru iken, toz halde saklanıp daha sonra rekonstitüe edilen ayran örneklerinde 90 günlük depolama

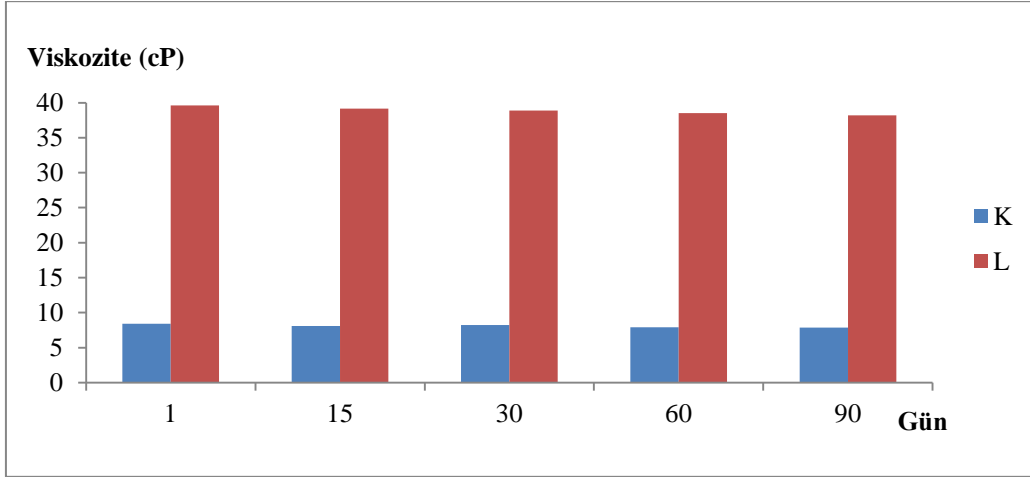
süresinde bile çok az miktarda serum ayrılması meydana gelmesi tercih edilebilecek bir durumdur.

4.2.2.2. Viskozite

Sıvıların, molekülleri bir arada tutan etkileşim kuvvetleri ile akışkanı akmaya zorlayan dış kuvvetlere karşı gösterdiği dirence viskozite denir. Etkileşim kuvvetleri ne kadar kuvvetli olursa sıvının viskozitesi de o kadar yüksektir (Peker ve ark. 2003). Yoğurt ve ayran gibi ürünlerin viskozitesi kalite ve reolojik özellikler bakımından oldukça önemlidir. Bu aynı zamanda ürünlerin kabul edilebilirliği ile de ilgilidir.

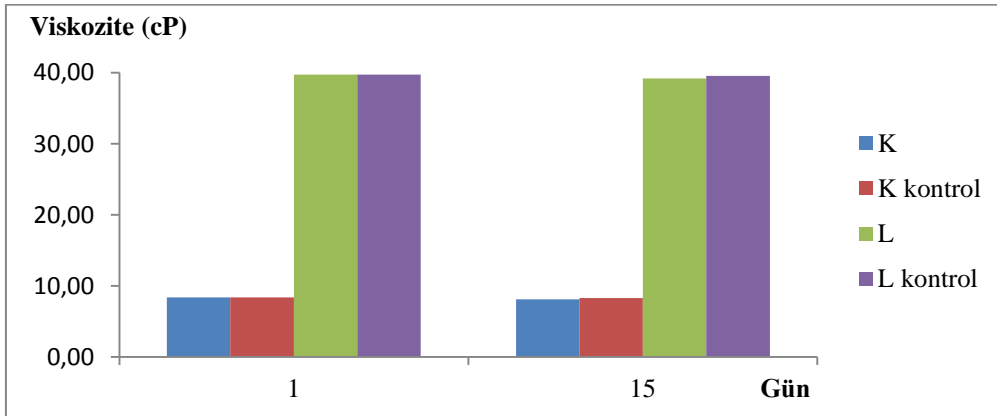
Depolama süresince rekonstitüe ayranların viskozite değerleri incelendiğinde K örnekleri 8.39- 7.85 cP, L örnekleri 39.60-38.18 cP aralığında değerler almıştır. Depolama süresince örneklerin viskozite değerlerindeki değişim birbirine yakın bulunmuştur. Depolama süresinin viskozite değerlerindeki değişime 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. Bu farklılığın konveksiyonel yöntemle üretilen yoğurt tozunun yapısında bulunan proteinlerin yüksek sıcaklık etkisiyle bozunması ve su tutma kapasitesinin düşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde Krasaekoopt ve Bhatia (2012); 50, 60 ve 70°C'de kuruttukları yoğurt tozundan ürettikleri %15 kurumaddeli içeceğin viskozite değerinin düşme sebebini, sıcaklık artışına bağlı olarak proteinlerin hasar görmesi olarak açıklamışlardır.

Yoğurt ve ayranların viskozite değerine; kurumadde ve yağ oranı, kullanılan starter kültür tipi, uygulanan ısı işlem normu ve diğer teknolojik işlemler (homojenizasyon vb. gibi), ölçüm sıcaklığı, kullanılan ölçüm cihazı, ölçüm cihazının ucu ve devir sayısı gibi birçok faktör etki eder. Depolama süresince rekonstitüe ayranların viskozite değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.28'de verilmiştir.



Şekil 4.28 Depolama süresince rekonstitüe ayranların viskozite değerlerinde meydana gelen değişim (cP).

1. gün üretilip 15. güne kadar depolanan ayranların depolama süresince viskozite değerlerinde değişim tespit edilmemiştir. Ayran üzerine yapılan birçok çalışmada depolama süresince viskozitenin değişmediği belirtilmiştir (Aydar, 1996; Altınayar, 1997; Atamer ve ark., 1999; Avsar ve ark., 2001). Depolama süresince ayranların serum ayrılması değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.29'da verilmiştir.



Şekil 4.29. Ayranların viskozite değerlerinde meydana gelen değişim.

Yapılan bir çalışmada ayran örneklerinin 14 günlük depolama süresince viskozite değeri 1. gün 66, 7. gün 58, 14. gün 65 cP olarak tespit edilmiştir (Özünü, 2005).

Akçay (2016) tarafından yapılan çalışmada 20 günlük depolama süresince kontrol grubu ayran örneklerinin viskozite değerini 1. gün 36.00, 10. gün 40.50, 20. gün 42.50 cP olarak tespit edilmiştir.

Saçkesen (2016) Peyniraltı suyuyla zenginleştirilmiş fermente süt içeceği üretimi adlı tez çalışmasında kontrol örneğinin viskozite değerlerini 1. günde 4.90, 7. günde 3.85 cP olarak bulmuştur.

Yalçın (2016), yaptığı tez çalışmasında 95°C'de 80 saniye ısıtma işlem uyguladığı %2 yağlı kontrol grubu ayran örneklerinin viskozite değerlerini 1. gün 60.2, 15. gün 58.6 ve 30. gün 35.5 mPa.s bulmuştur.

Bir çalışmada; 20 gün boyunca depolanan ve depolamanın 1., 10. ve 20. günlerinde yapılan analizlerde ayran örneklerinin viskozite değerleri 15 ile 35 cP arasında tespit edilmiştir (Şanlı ve ark., 2011).

Ayran örneklerinin depolama süresince viskozite değerlerinde meydana gelen değişimler bu literatür bilgileriyle paraleldir.

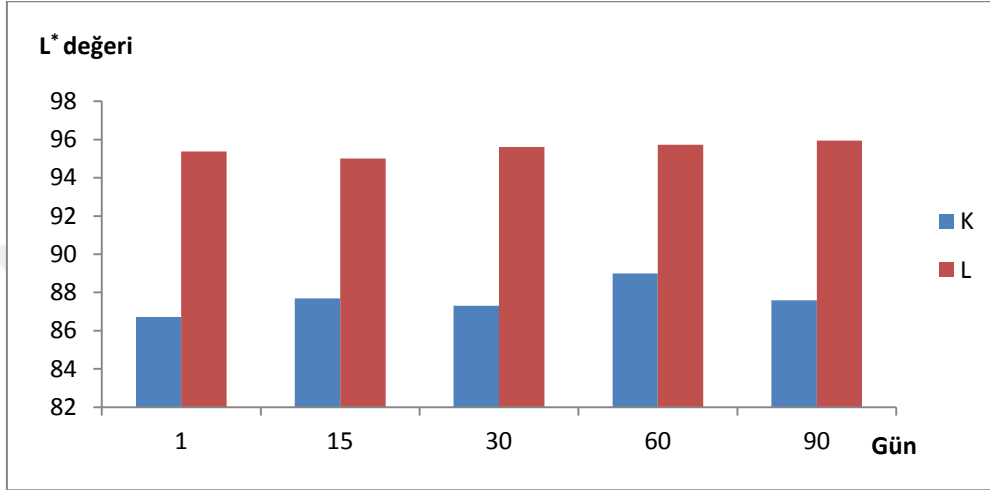
4.2.2.3. Renk

Gıdanın rengi üzerine etki eden en önemli iki parametre kimyasal özellikler ve fiziksel yapı olarak bilinmektedir. Gıdanın rengi ışığın geçişi ve yansımından etkilenmekte ve tüketici tercihlerinde önemli bir rol oynamaktadır (Rudan ve ark., 1998).

4.2.2.3.1. L* değeri

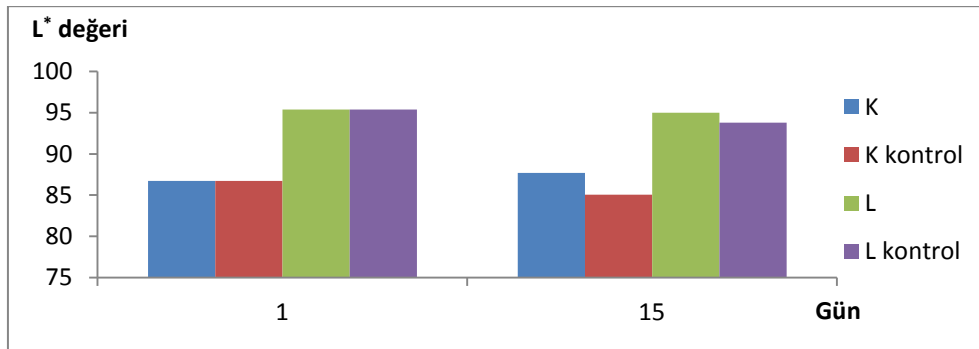
90 günlük depolama süresince toz halde saklanıp belirlenen günlerde rekonstitüe edilen ayranlarda K örneklerinin L* değeri 88,99 ile 86.71, L örneklerinin L* değeri 95.01 ile 95.94 aralığında belirlenmiştir. Örneklerin üretim yöntemi L* değerini önemli düzeyde etkilemiştir. K ayranının üretiminde kullanılan yoğurt tozunun üretim

yönteminde uzun süreli yüksek sıcaklığa maruz kalması ayranın L^* değerini düşürmüştür. Artan sıcaklığa bağlı olarak L^* değerinin düştüğü Tontul ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada da belirlenmiştir. Depolama süresince rekonstitüe ayranların L^* değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.30'da verilmiştir.



Şekil 4.30 Depolama süresince rekonstitüe ayranların L^* değerlerinde meydana gelen değişim.

1.gün üretilip 15. güne kadar depolanan rekonstitüe ayranların L^* değerinde 15 günlük depolama süresince önemli değişim gözlenmemiştir. Depolama süresince ayranların L^* değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.31'de verilmiştir.

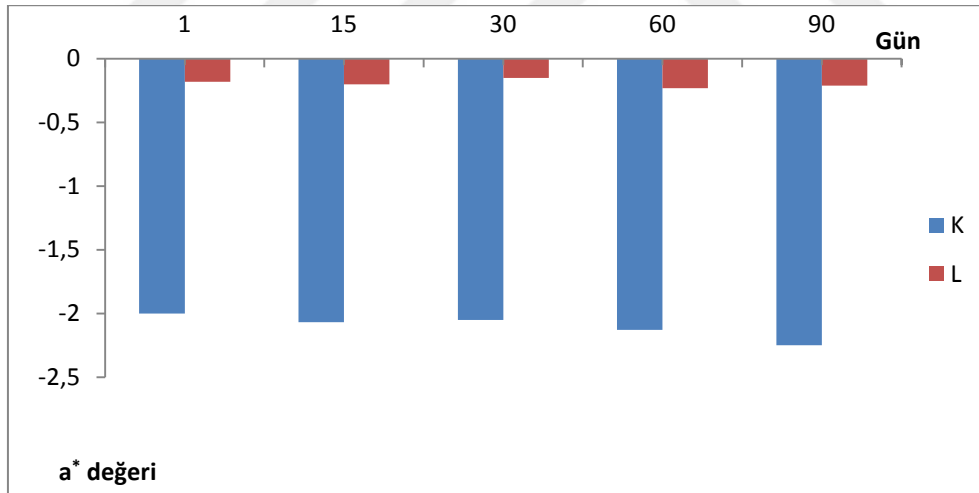


Şekil 4.31. Ayranların L^* değerlerinde meydana gelen değişim.

Nalchi (2014), liyofilize yöntem kullanarak elde ettiği yoğurt tozundan ürettiği rekonstitüe yoğurdun 21 günlük depolama süresince kontrol örneğinde belirlediği L^* değerlerini sırasıyla 1. gün 96.53, 7. gün 97.87, 21. gün 99.47, olarak belirtmiştir. Bu çalışmada depolama süresi rekonstitüe yoğurtların L^* değerini önemli düzeyde etkilememiştir. Örneklerimizde belirlenen L^* değeri sonuçları bu literatür çalışmasıyla paralellik göstermektedir.

4.2.2.3.2. a^* değeri

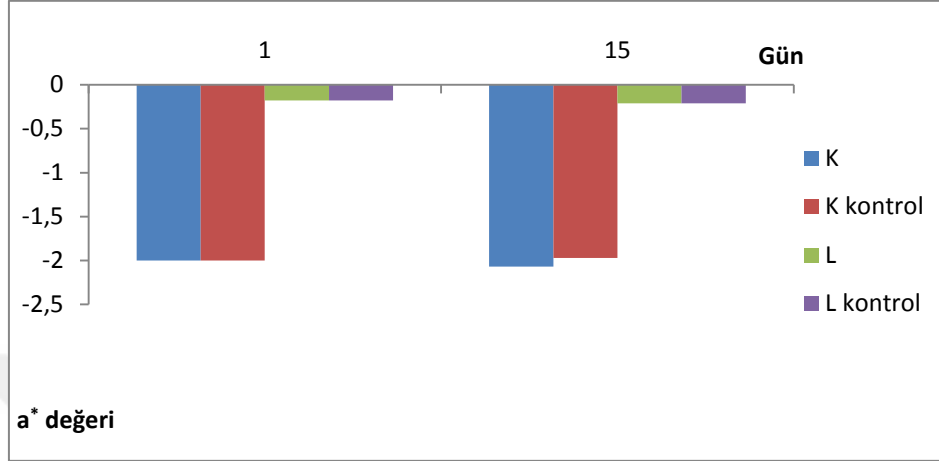
Depolama süresince K örneklerinde a^* değeri; -2.00 ile -2.25 aralığında, L örneklerinde -0.15 ile -0.23 aralığında değişim görülmüştür. K ve L örneklerinin depolama süresince gösterdiği bu değişim önemsiz bulunmuştur ancak örneklerin üretim yönteminin a^* değerine etkisi önemli bulunmuştur. Depolama süresince rekonstitüe ayranların a^* değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.32'de verilmiştir.



Şekil 4.32 Depolama süresince rekonstitüe ayranların a^* değerlerinde meydana gelen değişim.

1. gün rekonstitüe edilip 15. güne kadar depolanan ayranların 15 günlük depolama periyodu süresince renk değişimini etkileyecek herhangi bir faktör

olmadığından dolayı depolama süresinin ayran örneklerinin a^* değerini etkilemediği görülmüştür. Ayranların a^* değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.33'de verilmiştir.



Şekil 4.33. Ayranların a^* değerlerinde meydana gelen değişim.

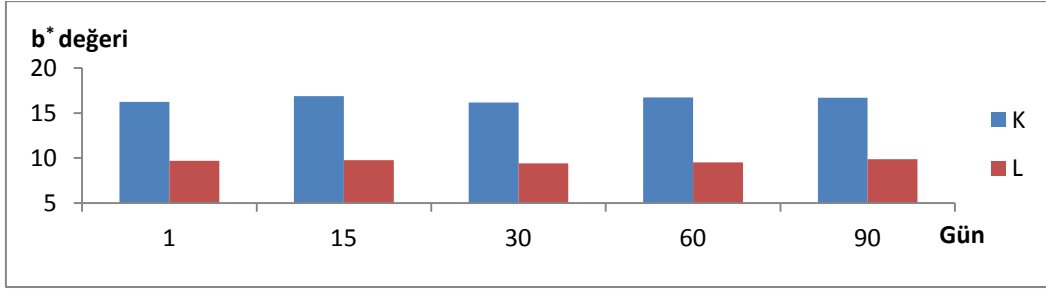
Nalchi (2014), liyofilize yöntem kullanarak elde ettiği yoğurt tozundan ürettiği rekonstitüe yoğurtta 21 günlük depolama süresinin kontrol örneğinin a^* değerini önemli düzeyde etkilemediğini belirtmiştir.

Çalışmamızda depolama süresince ayran örneklerinin a^* değerinin sergilemiş olduğu değişimler bu çalışmayla paraleldir.

4.2.2.3.3. b^* değeri

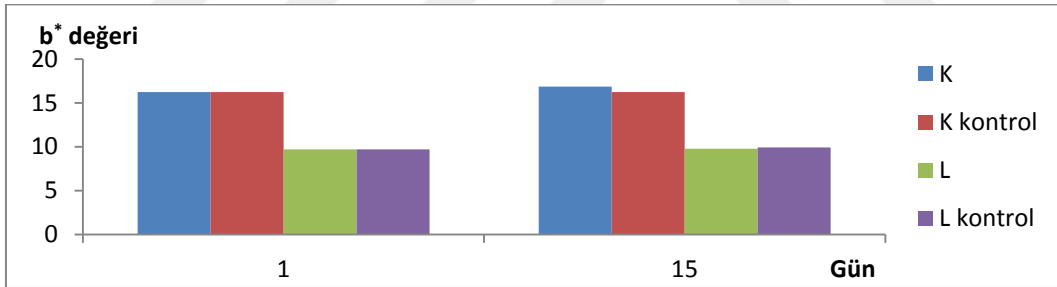
Renk ölçüm sisteminde b^* değeri ise sarı ve maviliği (– mavi, + sarı) ifade etmektedir.

90 günlük depolama süresince belirlenen periyotlarda rekonstitüe edilen K ayranının b^* değerinde; 16.15 ile 16.86 aralığında, L ayranında 9.41 ile 9.89 aralığında değişim görülmüştür. Depolama süresinin K ve L örneklerinin b^* değerini etkilemediği, üretim yönteminin ise örneklerin b^* değerini etkilediği tespit edilmiştir. Depolama süresince rekonstitüe ayranların b^* değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.34'de verilmiştir.



Şekil 4.34. Depolama süresince rekonstitüe ayranların b* değerlerinde meydana gelen değişim.

1. gün rekonstitüe edilip 15. güne kadar depolanan ayranların 15 günlük depolama periyodu süresince renk değişimini etkileyecek herhangi bir faktör olmadığından dolayı depolama süresinin ayran örneklerinin b* değerini etkilemediği görülmüştür. Depolama süresince ayranların b* değerinde meydana gelen değişim Şekil 4.35'de verilmiştir.



Şekil 4.35. Ayranların b* değerlerinde meydana gelen değişim.

Yapılan bir çalışmada kontrol örneğinin b* değeri 1. gün 9.54, 7. gün 9.51 ve 21. gün 9.35 olarak belirtmiştir. Bu çalışmada 21 günlük depolama süresi rekonstitüe yoğurtların renk özelliklerini etkilememiştir (Nalchi, 2014).

Benzer şekilde Saçkesen (2016), renk değişimini etkileyecek herhangi bir faktör bulunmadığından L, a, b değerleri cinsinden ölçülen renk değerlerinin depolama süresince değişimini istatistiksel olarak önemsiz bulmuştur. Çalışmamızda rekonstitüe ayranların 15 günlük depolama süresince gösterdiği değişimler bu çalışmayla paraleldir.

4.2.3. Mikrobiyolojik özellikler

Depolama süresince belirlenen günlerde rekonstitüe edilen ayranların mikrobiyolojik özelliklerinde saptanan değerler Çizelge 4.6' da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Depolama süresince rekonstitüe ayranlarda saptanan mikrobiyolojik değerler (log kob/ml)

Sayımı yapılan bakteri	Örnek	Depolama Periyodu (Gün)				
		1	15	30	60	90
<i>L.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>S.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).

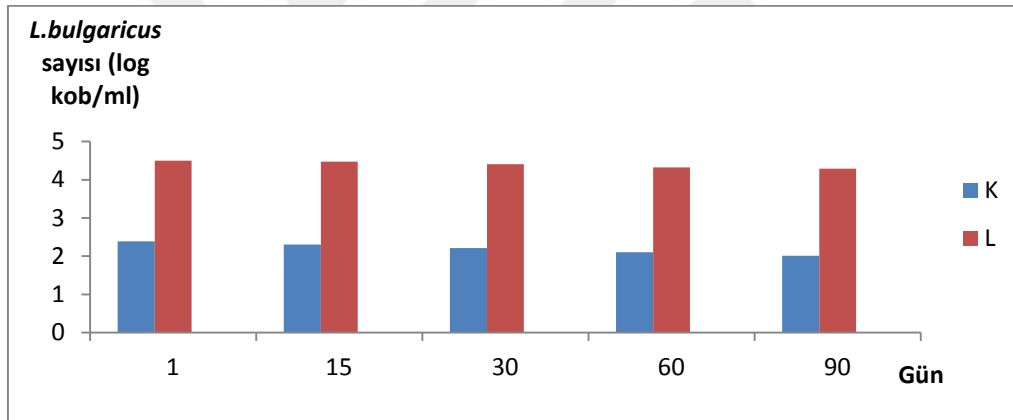
^{a,b,c}, Küçük harfler aynı satırda aynı örneğe ait dönemler arası farklılığı göstermektedir (p< 0.05).

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

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

4.2.3.1. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (*L. bulgaricus*)

90 günlük depolama süresince belirlenen periyotlarda rekonstitüe edilen ayranların *L. bulgaricus* bakterisinin değişimi incelendiğinde; K örneğinin *L.bulgaricus* bakteri sayısı 2.01-2.39 log kob/ml, L örneğinin bakteri sayısı 4.29-4.50 log kob/ml aralığında değişen değerler aldığı görülmüştür. Depolama süresince örneklerin göstermiş olduğu değişim önemsiz bulunmuştur. K örneğinin *L. bulgaricus* bakteri sayısı L örneğinin *L. bulgaricus* bakteri sayısından düşük değerdedir. Örneklerin bakteri sayıları arasında meydana gelen fark önemli bulunmuştur. Depolama süresince rekonstitüe ayranlarda saptanan *L.bulgaricus* sayısında meydana gelen değişim Şekil 4.36'da verilmiştir.

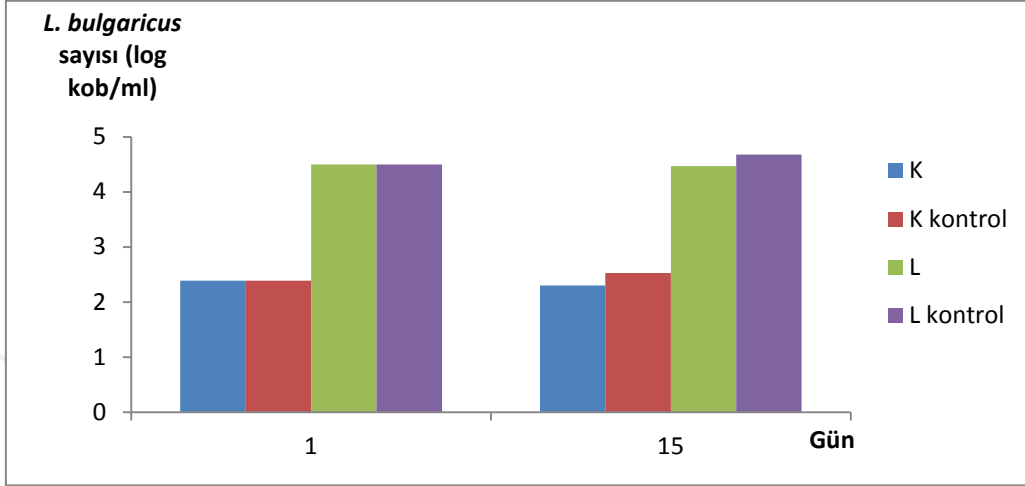


Şekil 4.36. Depolama süresince rekonstitüe ayranlarda saptanan *L.bulgaricus* sayısı (log kob/ml).

1. gün rekonstitüe edilip 15. güne kadar depolanan K kontrol ve L kontrol örneklerinin 15 günlük depolama süresince bakteri sayısının arttığı ancak önemli bir artış göstermediği görülmüştür. Depolama süresince ayranlarda saptanan *L.bulgaricus* sayısında meydana gelen değişim Şekil 4.37'de verilmiştir.

Yoğurt bakterileri arasındaki simbiyotik ilişkide *S.thermophilus* ürettiği formik asit sayesinde *L.bulgaricus*'un gelişimini teşvik etmektedir. Bu simbiyotik ilişki ile depolama süresince ayran örneklerinde *L.bulgaricus*'un sayıları artış göstermiş olabilir.

Ayrıca ortamda bakterilerin kullanabileceği serbest su miktarının artmasına bağlı olarak bakteri sayısı artış göstermiş olabilir (Akçay, 2016).



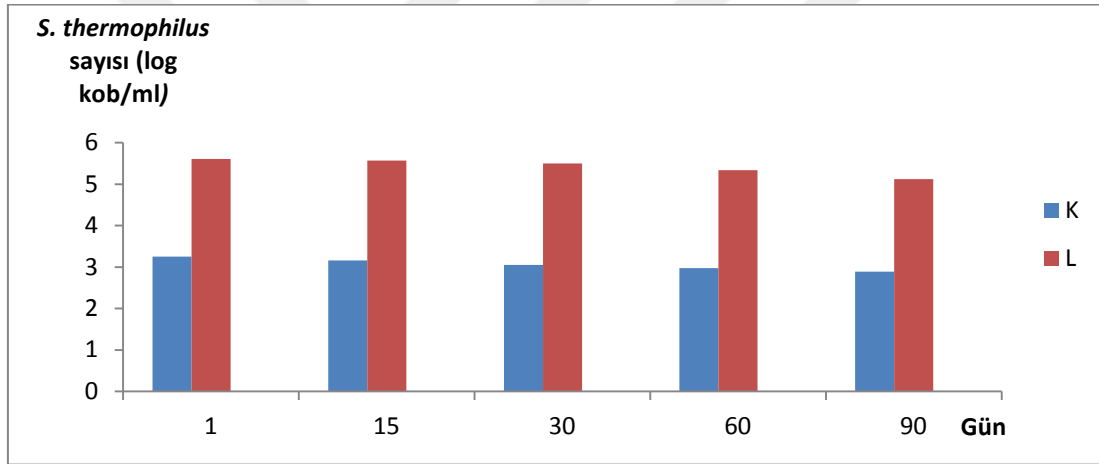
Şekil 4.37. Ayranların *L.bulgaricus* sayısında meydana gelen değişim (log kob/ml).

Yoğurt bakterileriyle ilgili yapılan çalışmalarda; depolama süresince bakterilerin göstermiş olduğu değişimler üzerine farklı sonuçlar elde edilmiştir. Var ve ark. (2004), ayranların bakteri içeriğinin 15 gün depolama sonunda arttığını saptarken; Avşar ve ark. (2001), benzer sonuca 7 günlük depolama sonunda varmışlardır.

Yapılan bir çalışmada 20 günlük depolama süresince kontrol örneğinin *L.bulgaricus* sayısı log kob/ml olarak 1. gün 5.33, 10. gün 5.48, 20. gün 5.86 olarak artan değerlerde bulunmuştur (Akçay, 2016). Bir başka çalışmada ise *L.bulgaricus* sayısı 1. gün 8.1-8.7 log kob/ml, 14. gün 8.0-8.6 log kob/ml aralığında belirlenmiştir (Özünü, 2005). Bu literatür çalışmalarındaki ayran örnekleri direkt olarak sütün veya yoğurdun sulandırılmasıyla üretilen ayran örnekleridir. Ancak bizim çalışmamızda yoğurt farklı yöntemlerle yoğurt tozuna dönüştürülüp daha sonra ayran üretiminde kullanılmıştır. Yoğurdun belli işlemlerden geçirilip yoğurt tozuna dönüştürülmesi esnasında işlem parametrelerine bağlı olarak bir miktar mikroorganizma kaybı meydana gelebilmektedir. Bu duruma bağlı belli tespit ettiğimiz *L.bulgaricus* sayısı bu çalışmalara nazaran daha düşük bulunmuştur ve bu beklenen bir durumdur.

4.2.3.2. *Streptococcus subsp. thermophilus* (*S.thermophilus*)

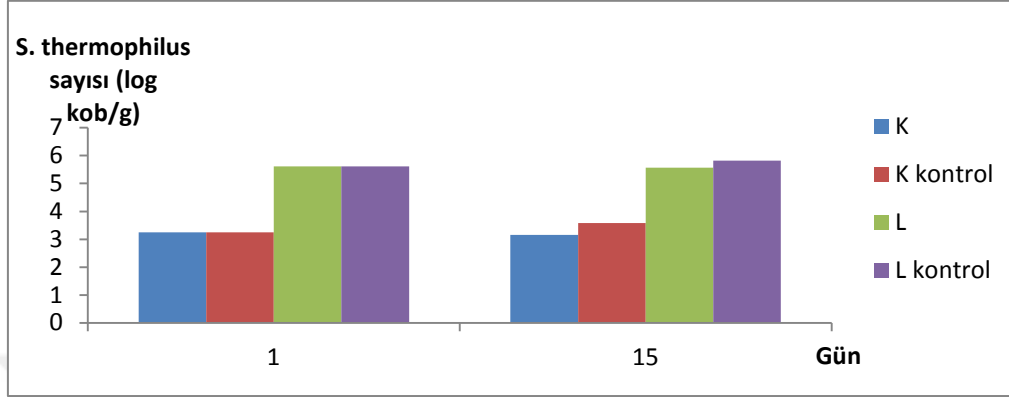
Depolama periyotlarında sulandırılan K rekonstitüe ayranlarının *S. thermophilus* sayıları 3.25-2.89 log kob/ml aralığında, L rekonstitüe ayranlarının *S. thermophilus* sayıları 5.61-5.12 log kob/ml aralığında birbirine yakın değerler aldığı görülmüştür. Depolama süresinin *S. thermophilus* sayısına etkisi önemli değilken, yoğurt tozu üretim yönteminin örneklerin *S. thermophilus* sayısında meydana getirdiği farka paralel olarak K ve L ayran örnekleri de *S. thermophilus* sayısı bakımından farklılık göstermiştir. Depolama süresince rekonstitüe ayranlarda saptanan *S. thermophilus* sayısında meydana gelen değişim Şekil 4.38'de verilmiştir.



Şekil 4.38 Depolama süresince rekonstitüe ayranlarda saptanan *S. thermophilus* sayısı (log kob/ml).

1. gün rekonstitüe edilip 15. güne kadar depolanan K kontrol ve L kontrol örneklerinin 15 günlük depolama süresince *S. thermophilus* bakteri sayısının artış göstermediği görülmüştür. Yoğurt bakterileri arasındaki simbiyotik ilişkide *S.thermophilus* *L.bulgaricus*'un kazeinden ürettiği birçok amino asit ile gelişimini devam ettirmektedir. Bu etkiden dolayı streptokok hücreleri daha kısa sürede ürer ve sayıları artar. *L.bulgaricus* da *S.thermophilus*'un ürettiği formik asit sayesinde gelişimini devam ettirmektedir. Bu simbiyotik ilişki ile 15 günlük depolama süresince K kontrol ve L kontrol rekonstitüe ayranlarının *S. thermophilus* sayıları artış göstermiş olabilir

(Akçay, 2016). Ayrarlarda saptanan *S. thermophilus* sayısındaki değişim Şekil 4.39'da verilmiştir.

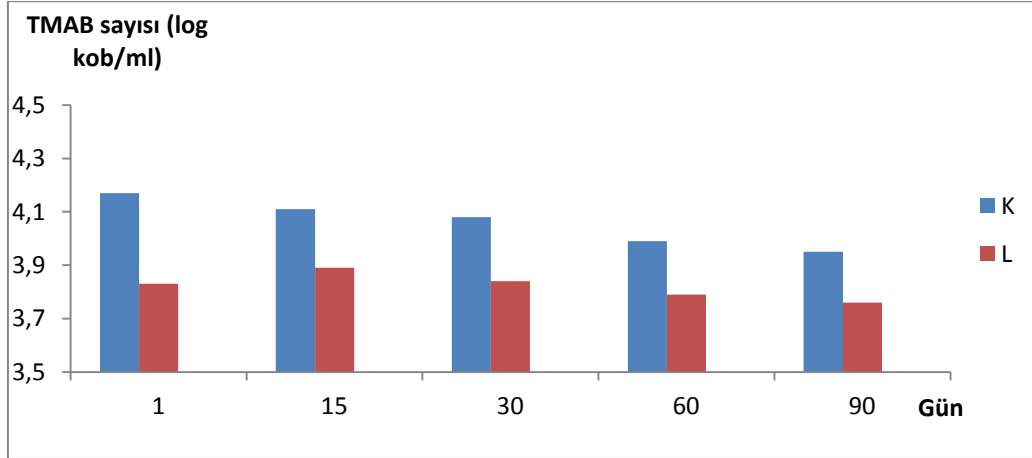


Şekil 4.39. Ayrarlarda *S. thermophilus* sayısında meydana gelen değişim (log kob/ml).

Yapılan bir çalışmada 20 günlük depolama süresince kontrol örneğinin *S. thermophilus* sayısı log kob/ml olarak 1. gün 7.38, 10. gün 7.53, 20. gün 7.61 olarak artan değerlerde bulunmuştur (Akçay, 2016). Bir başka çalışmada *S. thermophilus* sayısı log kob/ml olarak 1. gün 8.5-8.7, 14. gün 8.6-8.8 aralığında belirlenmiştir (Özünü, 2005). Çalışmamızda tespit ettiğimiz *S. thermophilus* sayısı bu çalışmalara nazaran daha düşük bulunmuştur. Yoğurt tozu üretim yönteminde *S. thermophilus* sayısında meydana gelen azalmaya bağlı olarak bakteri sayısının literatür çalışmalarından düşük bulunması beklenen bir durumdur.

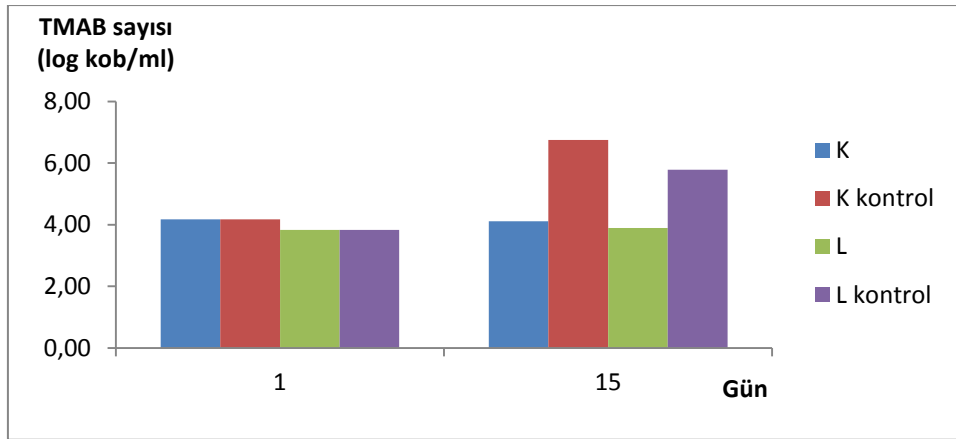
4.2.3.3. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB)

90 günlük depolama süresince +4°C tutulan ve belirlenen periyotlarda rekonstitüe edilen ayrarların TMAB sayısı log kob/ml olarak K örneğinde 4.17-3.95, L örneğinde 3.89-3.76 aralığında değişen değerler almıştır. rekonstitüe ayrarlarda saptanan TMAB sayısında görülen değişim Şekil 4.40'da verilmiştir.



Şekil 4.40. Depolama süresince rekonstitüe ayranlarda saptanan TMAB sayısı (log kob/ml).

1. gün üretilip 15. güne kadar depolanan 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. Depolama süresince ayranlarda saptanan TMAB sayısında görülen değişim Şekil 4.41'de verilmiştir.



Şekil 4.41. Ayranların TMAB sayısında meydana gelen değişim (log kob/ml).

Şeker (2008); ayran ile ilgili yaptığı çalışmasında; +4 °C'de depoladığı kısa ömürlü ayran örneğinin TMBA sayını ilk gün 7.76 log kob/ml, 14.gün 9.00 log kob/ml, uzun ömürlü ayran örneğinin TMAB sayısını ilk gün 3.45 log kob/ml 14. gün 5.22 log kob/ml olarak arttığını tespit etmiştir. Ayranlardaki TMAB sayısının artış göstermesi

üretimin yapıldığı işletmede iyi üretim tekniklerinin uygulanmamasına bağlı üretim sonrası kontaminasyon kaynaklı olabileceğini belirtilmiştir.

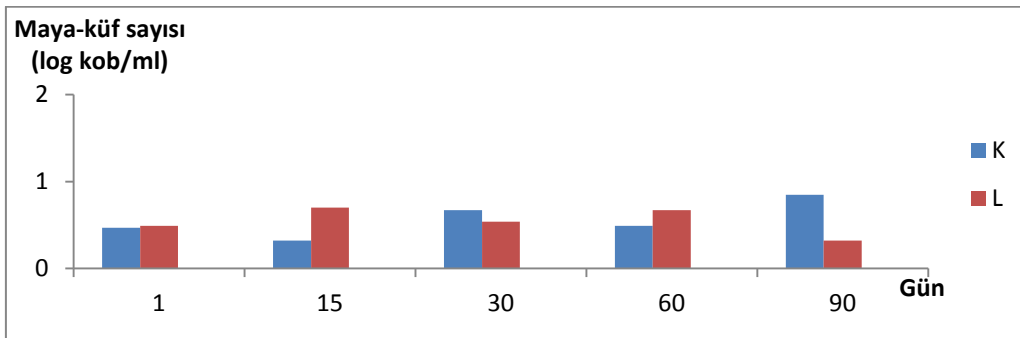
Çalışmamızda 15 günlük depolama süresince K- K_{kontrol} ve L- L_{kontrol} örneklerinde tespit ettiğimiz TMAB sayısı yapılan bu çalışmaya paralel şekildedir.

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

4.2.3.4. Toplam maya- küf

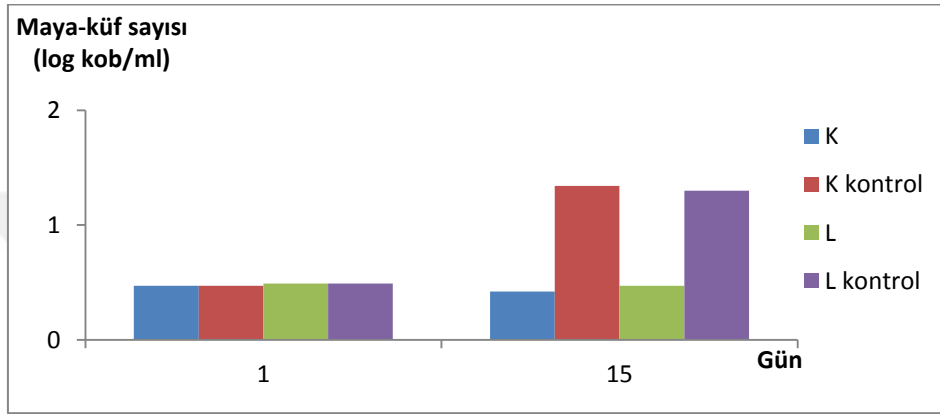
K ve L ayranlarında saptanan maya- küf sayıları sırasıyla 0.32- 0.87 log kob/ml ve 0.49-0.70 log kob/ml aralığında değişen değerlerde bulunmuştur. Depolama süresinin ve üretim yönteminin ayranların maya- küf sayısını etkilemediği tespit edilmiştir.

Çalışmamızda tespit edilen toplam maya küf miktarları depolama süresince Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliğinde belirtilen sınır değerinin altında tespit edilmiştir (Anonim, 2009b). Depolama süresince rekonstitüe ayranlarda saptanan toplam maya-küf sayısında meydana gelen değişim Şekil 4.42'de verilmiştir.



Şekil 4.42. Depolama süresince rekonstitüe ayranlarda saptanan toplam maya-küf sayısı (log kob/ml).

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 de önemli bulunmuştur. Depolama süresince ayranlarda saptanan toplam maya-küf sayısında görülen değişim Şekil 4.43'de verilmiştir.



Şekil 4.43. Ayranların toplam maya- küf sayısında meydana gelen değişim (log kob/ml).

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.

Şeker (2008) 95°C de 10 dakika ısıl işlem uygulaması ile üretilen ayranlarda depolama boyunca küf gelişimi gözlenmediği, maya gelişiminin ise depolamanın başında 1,00 log kob/ml 14. gününde 3.45 log kob/ml olduğunu belirtmiştir. Yaptığımız çalışmada toplam maya- küf sayısında meydana gelen artış bakımından tespit ettiğimiz sonuçlar bu çalışmayla paraleldir.

4.2.4. Duyusal analizler

Rekonstitüe ayranlara ait duyusal değerlendirme bulguları Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Depolama süresince rekonstitüe ayranlarda saptanan duyuşal 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±.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 dönemler arası farklılığı göstermektedir (p< 0.05).

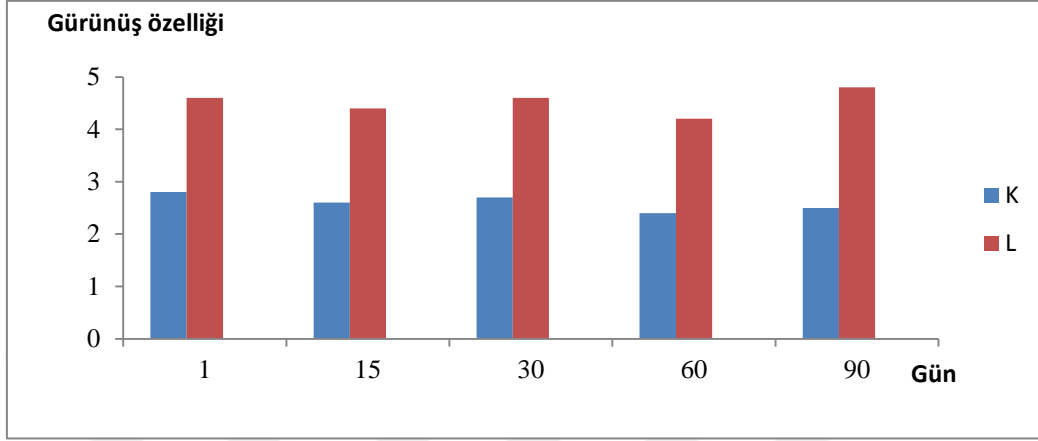
^{X,Y,Z}, Büyük harfler 1. ve 15. günlerde aynı sütunda örnekler arası farklılığı göstermektedir (p< 0.05).

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

4.2.4.1 Görünüş

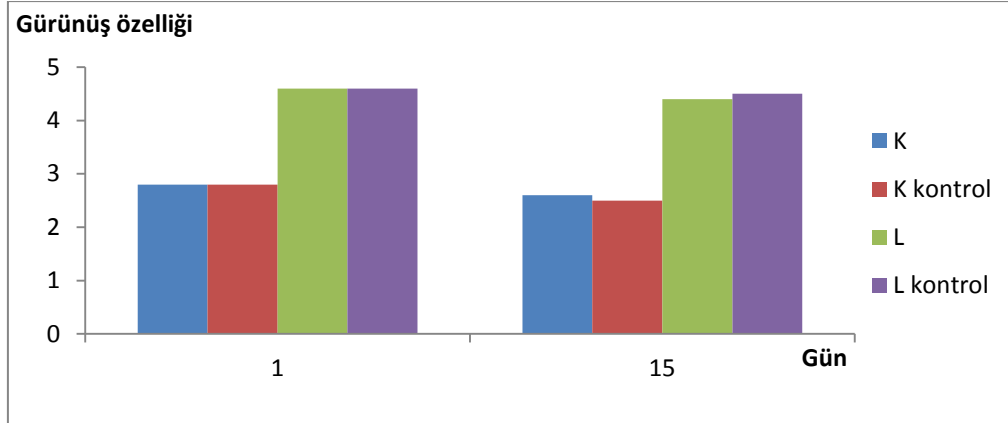
90 günlük depolama periyodu süresince toz halde +4°C' de saklanan ve belirlenen periyotlarda rekonstitüe edilen K ve L ayranlarında yapılan duyuşal analizlerde görünüş özelliği için K örneği 2.4-2.8, L örneği 4.2- 4.8 arasında değişen puanlar almıştır. Depolama süresince görünüş bakımından K örneği en yüksek puanı 1. gün alırken, L örneği en yüksek puanı 90. gün almıştır. Depolama süresinin örneklerin görünüş özelliğine etkisi önemli görülmezken; örneklerin üretim yöntemi ayranların

görünüş özelliğinde farklılık meydana getirmiştir. Depolama süresince rekonstitüe ayranların görünüş özelliğinde meydana gelen değişim Şekil 4.44'de verilmiştir.



Şekil 4.44. Depolama süresince rekonstitüe ayranların görünüş özelliği değişimi

K_{kontrol} ve L_{kontrol} ayranlarının görünüş özelliği sırasıyla 1. gün 2.8 ve 4.8 15.günde 2.5 ve 4.5 değerinde puanlar almıştır. Depolama süresince ayranların görünüş özelliğinde saptanan değişim Şekil 4.45'de verilmiştir.



Şekil 4.45. Ayranların görünüş özelliğinde meydana gelen değişim.

Koç (2008), püskürtmeli yöntemle ürettiği yoğurt tozlarından elde ettiği rekonstitüe yoğurdun dış görünüş özelliğinin duyuşal puanlamasında en yüksek puanı hava giriş sıcaklığı 165°C, çıkış sıcaklığı 60°C'de iken tespit etmiştir. Nalchi (2014),

liyofilize yöntem kullanarak ürettiği yoğurt tozundan elde ettiği rekonstitüe yoğurtların dış görünüş puanları arasındaki farklılıkların önemli düzeyde olmadığını belirtmiştir.

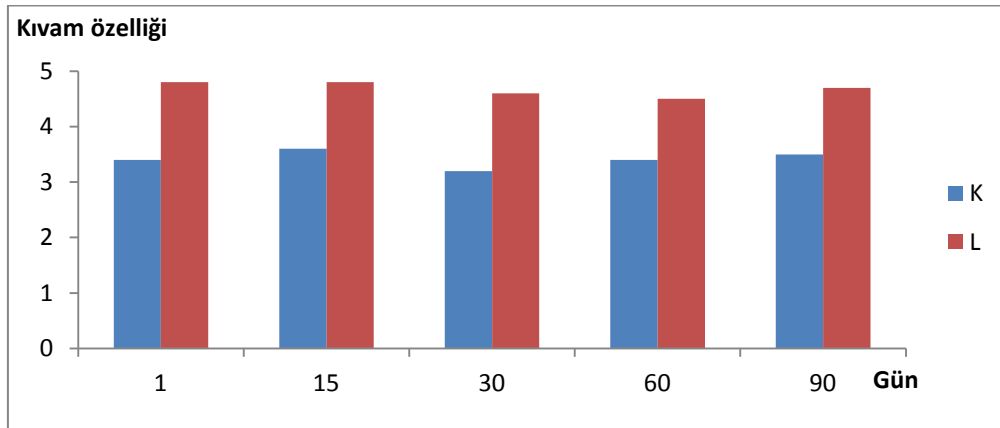
Saçkesen (2016), ürettiği fermente içeceğin 7 günlük depolama süresince görünüş değerinin değişimini önemsiz bulmuştur.

Çalışmamızda depolama süresince örneklerin görünüş özelliğinde meydana gelen değişimler literatür çalışmalarına paraleldir.

4.2.4.2 Kıvam

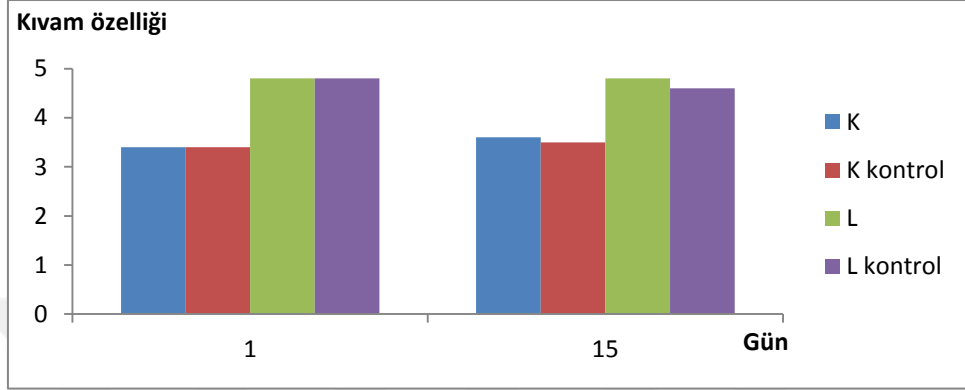
Duyusal analizlerde kıvam özelliği için K örneği 3.2- 3.6, L örneği 4.5-4.8 arasında puanlar almıştır. Depolama süresince L örneğinin kıvam özelliği K örneğine göre daha çok beğenilmiştir. Depolama süresi örneklerin kıvam özelliğini etkilememiştir. Ancak üretim yöntemi ayranların kıvam özelliğinde önemli bir farklılık oluşturmuştur.

Örneklerin üretim yöntemine bağlı olarak viskozitesi yüksek çıkan L örneğinin kıvam özelliğinin duyusal puanlaması da buna paralel olarak yüksek çıkmıştır. Depolama süresince rekonstitüe ayranların kıvam özelliğinde meydana gelen değişim Şekil 4.46'da verilmiştir.



Şekil 4.46. Depolama süresince rekonstitüe ayranların kıvam özelliği değişimi.

K_{kontrol} ve L_{kontrol} ayranlarının 15 günlük depolama süresince kıvam özelliğinde önemli değişimler saptanmamıştır. Depolama süresince ayranların kıvam özelliğinde meydana gelen değişim Şekil 4.47'de verilmiştir.



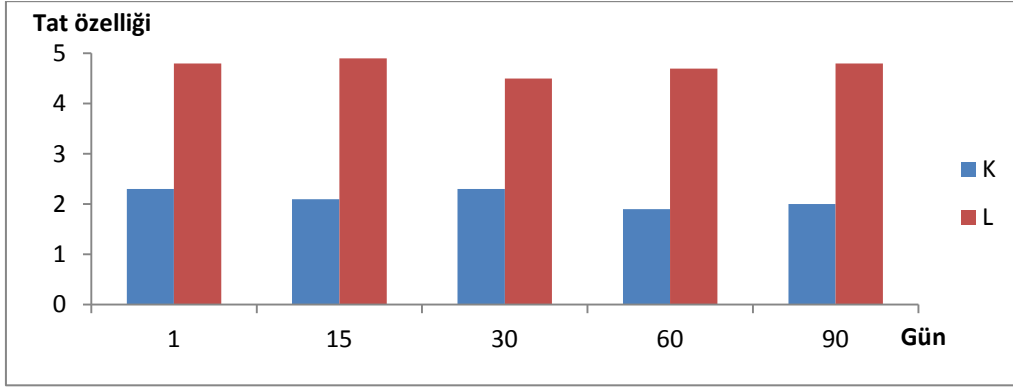
Şekil 4.47. Ayranların kıvam özelliğinde meydana gelen değişim.

Saçkesen (2016), peyniraltı suyuyla zenginleştirilmiş fermente süt içeceği üretiminde içeceklerin kıvam değerlerinin 7 günlük depolama süresince gösterdiği değişimin istatistiksel açıdan önemsiz olduğunu tespit etmiştir. Nalchi (2014), ürettiği rekonstitüe yoğurtlarda 21 günlük depolama süresince kontrol örneğinin kıvam özelliğinde görülen değişimleri istatistiksel olarak önemsiz bulmuştur.

Çalışmamızda depolama süresince ayran örneklerinin kıvam özelliğinde görülen değişimler bu çalışmayla benzerlik göstermektedir.

4.2.4.3 Tat

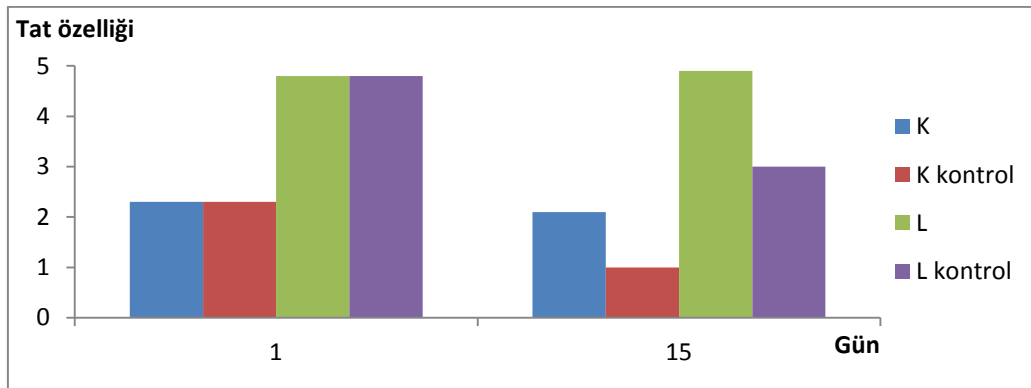
K ve L ayranlarında yapılan duyu analizlerde tat özelliği için K örneği 1.9-2.3, L örneği 4.5- 4.9 arasında değişen puanlar almıştır. Depolama süresi örneklerin tat özelliğini etkilemediği, ancak L örneğinin tadının panelistler tarafından daha çok beğenilmesi örneklerin üretim yönteminin tat özelliğini etkilediğini göstermektedir. Rekonstitüe ayranların tat özelliğinde tespit edilen değişimler Şekil 4.48'de verilmiştir.



Şekil 4.48. Depolama süresince rekonstitüe ayranların tat özelliği değişimi.

K_{kontrol} ve L_{kontrol} ayranları tat özelliği bakımından sırasıyla 1. gün 2.3 ve 4.8 puanlarını alırken 15.günde 1.00 ve 3.0 değerinde puanlar almışlardır. K_{kontrol} ve L_{kontrol} ayranlarının 15 günlük depolama süresince tat özelliğindeki duyuşal değerlendirmede meydana gelen değişimlerin önemli olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresince rekonstitüe ayranların tat özelliğinde meydana gelen değişim Şekil 4.49'da verilmiştir.

Asitlik artışı K örneğinde daha yüksek olduğundan dolayı ayran örneklerinin tat ve aromasının olumsuz etkilendiği ve panelistler tarafından daha düşük puanlar aldığı tespit edilmiştir.



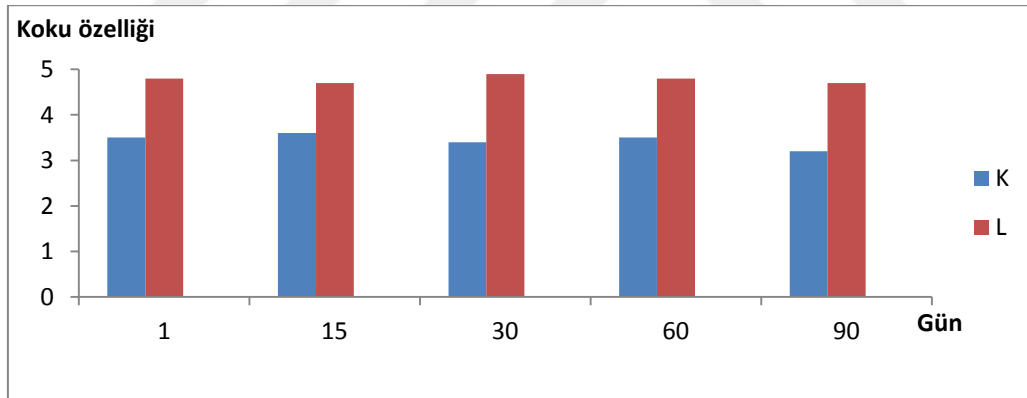
Şekil 4.49. Ayranların tat özelliğinde meydana gelen değişim.

Koç (2008), yaptığı çalışmasında sıcaklık artışına bağlı olarak rekonstitüe yoğurtlarda yanık tadın hissedildiği ve panelistler tarafından düşük puan aldığı

belirtmiştir. Çalışmamızda K ayranlarının duyuusal analizinde tespit edilen tat özellikleri bu çalışmayla paralellik göstermektedir.

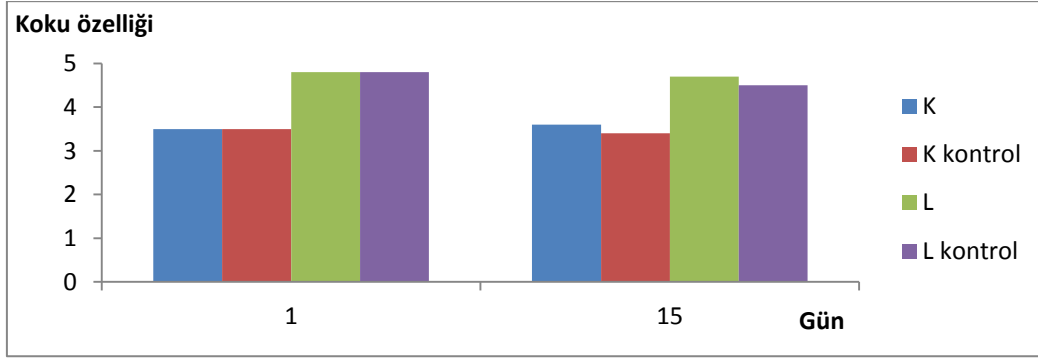
4.2.4.4 Koku

Depolama süresince yapılan duyuusal analizlerde ayran örneklerinin koku özelliğinin önemli değişimler göstermediği görülmüştür. Ancak üretim yöntemi ayranların koku özelliğinde önemli bir farklılık meydana getirmiştir. Üretim yönteminde kullanılan sıcaklığa bağlı olarak K örneğinde meydana gelen bu koku farklılığının L örneğine göre daha az beğenildiği tespit edilmiştir. Dondurarak kurutulmuş ürünlerde en önemli avantajlardan biri aroma ve beslenme değerinin çok yüksek olmasıdır (Yağcıoğlu, 1999). L ayranında üretim yönteminin sağladığı avantajlara bağlı olarak kokunun daha çok beğenildiği tespit edilmiştir. Rekonstitüe ayranların koku özelliğinde görülen değişimler Şekil 4.50'de verilmiştir.



Şekil 4.50. Depolama süresince rekonstitüe ayranların koku özelliği değişimi.

K_{kontrol} ve L_{kontrol} ayranlarının 15 günlük depolama süresince koku özelliğindeki duyuusal değerlendirmede önemli bir değişimin meydana gelmediği görülmüştür. Depolama süresince ayranların koku özelliğinde meydana gelen değişim Şekil 4.51'de verilmiştir.



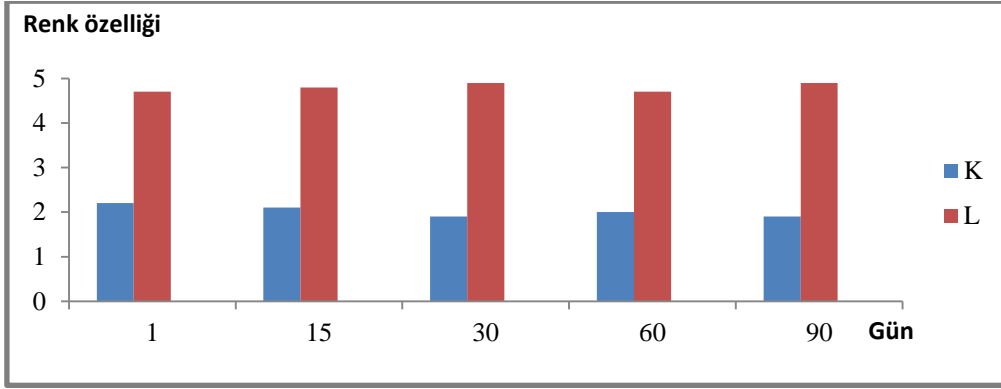
Şekil 4.51. Ayranların koku özelliğinde meydana gelen değişim.

Nalchi (2014), liyofilize yöntemle elde ettiği yoğurt tozundan ürettiği rekonstitüe yoğurtların kontrol örneğinde koku puanlamalarının yüksek olduğunu ve 21 günlük depolama süresince değişmediğini tespit etmiştir. Çalışmamızda L ayranlarının koku özelliği için yüksek puan alması ve depolama süresince değişim göstermemesi yapılan bu çalışmaya benzerdir.

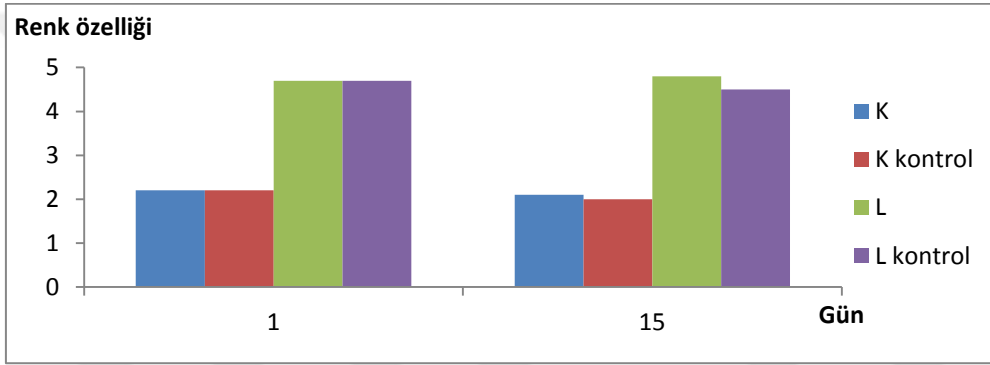
4.2.4.5 Renk

K ve L ayranlarında yapılan duyu analizlerde renk özelliği için K örneği 1.9-2.2, L örneği 4.7- 4.9 arasında değişen puanlar almıştır. Depolama süresince L örneğinin renk puanı K örneğinin renk puanından daha yüksek bulunmuş ve panelistler tarafından daha çok beğenilmiştir. L örneğinin renk puanının daha yüksek olması, üretim yönteminin ayranların renk özelliğinde önemli bir farklılık meydana getirdiğini göstermektedir. Depolama süresince rekonstitüe ayranların renk özelliğinde meydana gelen değişim Şekil 4.52'de verilmiştir.

K_{kontrol} ve L_{kontrol} ayranları renk özelliği bakımından sırasıyla 1. gün 2.2 ve 4.7 , 15. günde 2.00 ve 4.5 değerinde puanlar almıştır. K_{kontrol} ve L_{kontrol} ayranlarının 15 günlük depolama süresince renk özelliğindeki duyu değerlendirmede meydana gelen değişimler önemsiz bulunmuştur. Depolama süresince ayranların renk özelliğinde meydana gelen değişim Şekil 4.53'de verilmiştir.



Şekil 4.52. Depolama süresince rekonstitüe ayranların renk özelliği değişimi.



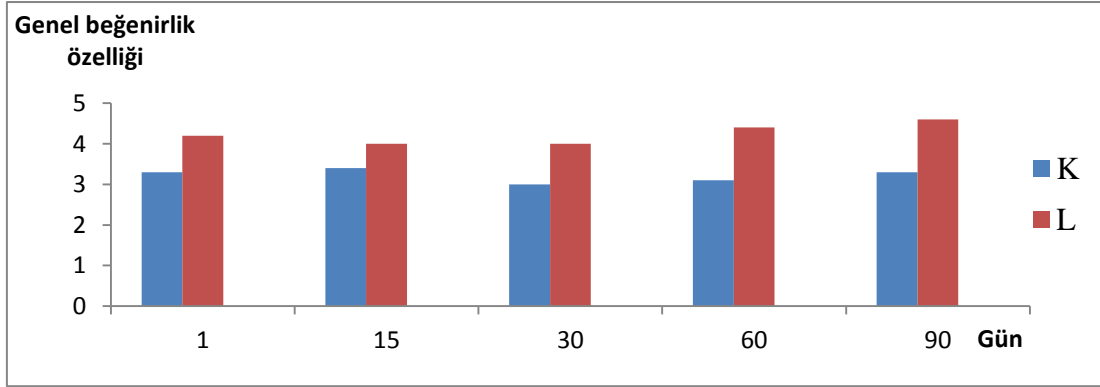
Şekil 4.53. Ayranların renk özelliğinde meydana gelen değişim.

Çalışmamızda K ve L ayranlarında renk analizi için belirlenen L^* , a^* , b^* değerindeki farklılıklara paralel olarak duyu analizi için belirlenen puanlar da benzer şekilde farklılık göstermektedir.

4.2.4.6 Genel beğenirlik

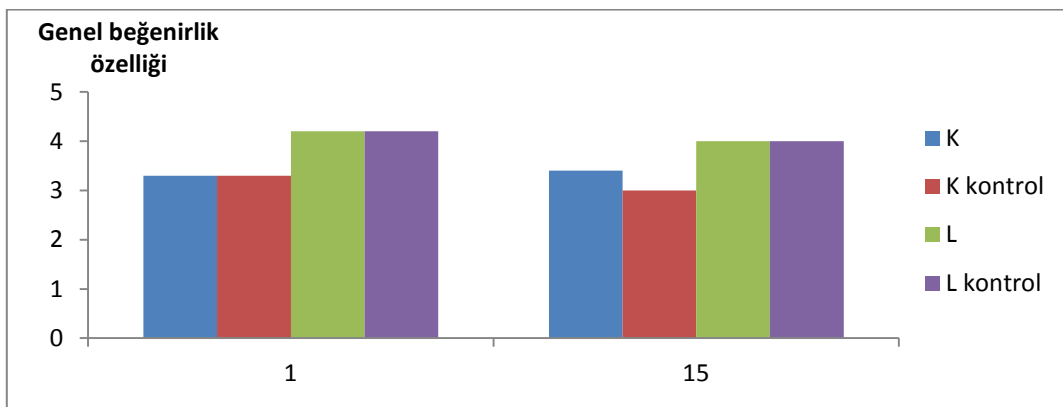
90 günlük depolama periyodu süresince toz halde $+4^{\circ}\text{C}$ 'de saklanan ve belirlenen periyotlarda rekonstitüe edilen K ve L ayranlarında yapılan duyu analizlerde görünüş, kıvam tat, koku ve renk özellikleri için genel beğenirlik durumları göz önüne alınmış ve puanlama yapılmıştır. Depolama süresince genel beğenirlik durumu için K örneği 3.0- 3.4, L örneği 4.0- 4.6 arasında değişen puanlar almıştır. Genel beğenirlik açısından K örneği en çok 15. günde, L örneği en çok 90. günde beğenilmiştir. Depolama süresi

örneklerin genel beğenirlik özelliğini etkilememiştir. Ancak üretim yöntemi ayranların genel beğenirlik özelliğinde farklılıklar göstermiştir. Depolama süresince rekonstitüe ayranların genel beğenirlik özelliğinde meydana gelen değişim Şekil 4.54'de verilmiştir.



Şekil 4.54. Depolama süresince rekonstitüe ayranların genel beğenirlik özelliği değişimi.

K_{kontrol} ve L_{kontrol} ayranları genel beğenirlik özellikleri bakımından sırasıyla 1. gün 3.3 ve 4.2 puanlarını alırken 15.günde 3.0 ve 4.0 değerinde puanlar almışlardır K_{kontrol} ve L_{kontrol} ayranlarının 15 günlük depolama süresince genel beğenirlik özelliğindeki duysal değerlendirmede meydana gelen değişimler önemli düzeyde değildir. Depolama süresince ayranların genel beğenirlik özelliğinde meydana gelen değişim Şekil 4.55'de verilmiştir.



Şekil 4.55. Ayranların genel beğenirlik özelliğinde meydana gelen değişim.

Görünüş, kıvam, tat, koku, ve renk yönünden en yüksek puanı L örneği almıştır. 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. Hem tüketicinin beğeneceği hemde raf ömrü sıkıntısı olmadan depolanabilecek bir ürün elde etmek çalışmamızın esasını oluşturmaktadır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

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

1. Konveksiyonel ve liyofilize olmak üzere farklı iki yöntem ile yoğurt tozu elde edilmiş ve farklılıkları ortaya konulmuştur.
2. 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 nakliyatta kolaylık sağlayan bir ürün elde edilmiştir.
3. Yoğurt tozu haricinde ilk defa toz ayran üretimi gerçekleştirilmiş ve belirtilen depolama süresi boyunca fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal açıdan değişimleri izlenmiştir.
4. Yoğurt tozlarının ve rekonstitüe ayranların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri depolama periyoduna göre önemli değişimler sergilememiştir. Ürünler kalite özelliklerini koruyarak bozulmadan 90 gün boyunca depolanabilmiştir.
5. Üretim yöntemine bağlı olarak yoğurt tozu ve rekonstitüe ayranların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri L örneğinde daha iyi sonuçlar vermiş ve beğenirliğinin daha yüksek olduğu görülmüştür.
6. 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.



KAYNAKLAR

- Abrahamsen, R. K., Holmen, T. B., 1981. Goats' milk yoghurt made from non homogenized and homogenized milks, concentrated by different methods. *Journal of Dairy Research*, **48**: 457-463.
- Abrahamsen, R. K., Svensen, A., Tufto, G. N., 1978. Some bacteriological and biochemical activities during the incubation of yoghurt from goats' and cows' milk. *XX. International Dairy Congress*. published by Congrilait, Paris. 828-829.
- Akçay, F., 2016. *Acılı Ayran Üretimi ve Bazı Özelliklerinin Araştırılması* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Akın, N., 2006. *Modern Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi*. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya.
- Akkaya, Z., 2010. *Pekmezin Kurutulması Sonucunda Elde Edilen Ürünün Karakterizasyonu* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Altınayar, A., 1997. *Farklı Yöntemlerle Ayran Üretiminde Karboksimetil Selüloz Kullanımı* (yüksek lisans tezi, basılmamış). AÜ, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Ankara.
- Anonim, 1977. *Report Joint FAO/WHO Expert Committee on the Code of Principles Concerning Milk and Milk Products*. FAO/WHO, Rome.
- Anonim, 1979. *IDF: 87, Determination of the Dispersibility and Wettability of Instant Dried Milk*. International Dairy Federation.
- Anonim, 1988. *IDF:129A, Determination of Insolubility Index of Caseins and Caseinates*. International Dairy Federation.
- Anonim, 1991. *IDF Standard, Yogurt-Determination of Titrable Acidity*. Brussels, Belgium, International Dairy Federation.
- Anonim, 1994. *Ts 1018 Çiğ İnek Sütü Standardı*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. 15.
- Anonim, 2000. *Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği*. Tebliğ No: 6, Ankara. 13.
- Anonim, 2003. *TS , Kısa- Uzun Ömürlü Ayran standardı*. Ankara.
- Anonim, 2004. *TS ISO 7889, Yoğurt, Karakteristik Mikroorganizmaların Sayım, 37°C'ta koloni sayım tekniği*. Ankara.
- Anonim, 2008. *Yoğurt*. Mesleki eğitim ve öğretim sisteminin güçlendirilmesi projesi. Ankara. 70.
- Anonim, 2009a *Türk Gıda Kodeksi, Fermente Süt Ürünleri Tebliği*. Tebliğ No: 25, Ankara. 4.
- Anonim, 2009b *Türk Gıda Kodeksi, Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği*, Tebliğ No:2009/6, Ankara. 16.
- Anonim, 2011. *Ayran*. Mesleki eğitim ve öğretim sisteminin güçlendirilmesi projesi. Ankara. 53.
- Anonim, 2012. *Gıdalarda Kimyasal Analizler-I*. Milli Eğitim Bakanlığı. Ankara, 53.
- AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis* (15th Edition). Association of Official Analysis Chemists, Washington, DC.

- Atalar, İ., 2012. **Kurutulmuş Kefir Üretimi** (yüksek lisans tezi basılmamış). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Atamer, M. A.; Yetişmeyen, O. A., 1986. Farklı ısı uygulamalarının inek sütlerinden üretilen yoğurtların bazı Özellikleri üzerine etkisi. **Gıda Dergisi**, **11** (1): 22-28.
- Atamer, M., Öner, Z., Çavuş, A., 1989. Chr. Hansen yoğurt kültüründen yararlanılarak üretilen set tipi yoğurtların bazı kalite ölçütlerinin karşılaştırılması. **Gıda Dergisi**, **14** (2): 99-103.
- Atamer, M., Gürsel, A., Tamuçay, B., Gençer, N., Yıldırım, G., Odabaşı, S., Karademir, E., Şenel, E., Kırdar, S., 1999. Dayanıklı Ayran üretiminde pektin kullanım olanakları üzerine bir araştırma. **Gıda Teknolojisi Dergisi Yayınları**, **24** (2): 119-126.
- Avşar, Y K., Karagül, Y., Tamuçay, B., Koçak, C., White, C., 2001. A comparative study on the production methods of ayran, traditional drinking yogurt of Turks. **IFT Annual Meeting Technical Program, Book of Abstracts**, **15C**: 11.
- Aydar, K., 1996. **Ayran Üretiminde Karboksimetil Selüloz Kullanımı** (yüksek lisans tezi, basılmamış). Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Ankara.
- Aydın, E., 2014. **Dondurarak Kurutma Metoduyla Çözünabilen Çay Üretim İşleminin Modellenmesi ve Taşınım Parametrelerinin Belirlenmesi** (yüksek lisans tezi, basılmamış). Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Baysal, T., Rayman, A., Bozkır, H., 2013. kurutulmuş ürünlerin ambalajlanması ve saklanması. **11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi**. 17-20 nisan 2013, İzmir. 37-41
- Bielecka, M., Majkowska, A., 2000. Effect of spray drying temperature of yoghurt on the survival of starter cultures, moisture content and sensoric properties of yoghurt powder. **Nahrung**, **4**: 257-260.
- Bozova, B., 2014. **Yoğurt Kuru Madde Standardizasyonunda Doğal Kefir Tozu Kullanımı Üzerine Araştırma** (yüksek lisans tezi, basılmamış). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Cano-Chauca, M., Stringheta, P. C., Ramos, A. M., Cal- Vidal, J., 2005. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, **6**: 420-428.
- Carvalho, M. J., Palacios, T. P., Carrascal, J. R., 2017. Physico- chemical and sensory characteristics of freeze- dried and dehydrated yogurt foam, **Food Science and Technology**, **80**: 328-334.
- Castro, H. P., Teixeira, P.M., Kirby, R., 1997. Evidence of membrane damage in Lactobacillus bulgaricus following freeze drying. **Journal of Applied Microbiology**, **82**: 87.
- Cemeroğlu, B., 2004. **Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi**. 2. Cilt, 2. Baskı. 590 Başkent Klişe Matbaacılık. Ankara. 479.
- Cehade, A. A. D., Tamime, A. Y., Wade, V.N., 1992. The quality of strained yoghurt (labneh) made from recombination was influenced by the storage conditions. **Proceedings of 5th Egyptian Conference for Dairy Science and Technology**, 249.

- Çelikel, A., 2012. *Farklı Oranlarda Mikrobiyal Transglutaminaz (Mtgase) ile İşlem Görmüş Sütlerden Üretilen Yarım Yağlı Ayranların Bazı Özellikleri* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Çınar, İ., 2014. Konveksiyonel ve Akışkan Yataklı Sistemlerde Bazı Sebzelerin Kuruma Karakteristiklerinin Belirlenmesi. *Gıda*, **39** (3):171-177.
- Dobooğlu, H., 2012. *Liyofilizasyonun Karadut (Morus Nigra) Kurutmadaki Potansiyelinin Konveksiyonel ve Vakumlu Kurutma Teknikleriyle Kıyaslanarak Belirlenmesi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Ekin, S., 2013. *Mikrodalga-Fan Destekli Konveksiyon Isıtma İle Kurutma* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Erbay, B., Küçüköner, E., 2008. Gıda Endüstrisinde Kullanılan Farklı Kurutma Sistemleri. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*. 21-23 Mayıs 2008, Erzurum. 1045-1048.
- 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., Yılmaz, 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*. Ege University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department, İzmir.
- Erkaya, T., Sengül, M., 2008. Yoğurttaki aroma bileşenleri. *Hasad Gıda*, **24**(278): 32-37.
- Ersöz, E., 2009. *Koyun Sütlerinden Üretilen Torba Yoğurtlarının Özellikleri Üzerine Fenolik Bileşiklerin Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi, basılmamış). Ege Üniversitesi, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, İzmir.
- Fox, P. F., Sweeney, P. L. H., 1998. Characterization of the protein composition of casein micelles after heating. *International Dairy Journal*, **9**: 249-254.
- Fritzen-Freire, C. B., Prudêncio, E. S., Amboni, R. D. M. C., Pinto, S. S., Negrão-Murakami, A. N., Murakami, F. S., 2012. Microencapsulation of bifidobacteria by spray drying in the presence of prebiotics. *Food Research International*, **45**(1): 306-312.
- Gülmez, M., Güven, A., 2003. Survival of escherichia coli, listeria monocytogenes and yersinia enterocolitica in ayran and modified kefir as pre-and postfermentation contaminant. *Vet Med- Czech*, **48**(5): 126-132.
- Gülter, S., 2011. *Dondurularak Kurutulan Kaşar Peyniri Tozlarının Özellikleri Üzerine Peynirin Üretim Yönteminin, Yağ Oranının ve Olgunluğunun Depolama Sürecindeki Etkileri* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Gürsoy, A. C., 2008. *Farklı Tür Kullanılarak Koyun, Keçi Sütleri ve Bunların Karışımından Üretilen Yoğurtların Depolama Sırasında Uçucu Bileşenler ve Serbest Yağ Asitlerinde Meydana Gelen Değişimler* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Mustafa Kemal Üniversitesi, Antakya, Hatay.
- Hall, C. W., Hedrick, T. I., 1975. *Drying of Milk and Milk Products*. The Avi Publishing Company, 338.
- Hastürk, Ş. F., 2010. *Domates Kurutmada Farklı Yöntemlerin Karşılaştırılması* (doktora tezi, basılmamış). Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

- Hessabi, I., 1995. Process for preparing sour milk, curd and yoghurt products. *PCT International Patent Application, WO 95-16356A1*: 13.
- Heybeli, N., 2017. *Farklı Kurutma Sistemlerinin Birlikte Kullanımı ile Stanley Erik Çeşidinin Kurutulması Üzerine Bir Araştırma* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- İzgi, C., 2012. *Farklı Kurutma Metotlarının Domatesteki Likopen Miktarına Etkisi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Kartal, S. A., 2011. *Mikrodalga ve Kuru Hava Yardımıyla Kurutma Yöntemlerinin Meyve Pestillerinin Kuruma Sürelerine Etkisinin İncelenmesi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- 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.
- Kızılaslan, N., Solak, İ., 2016. Yoğurt ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Gazi Osman Paşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, **12**: 52-59.
- Kim, S. S., Bhowmik, S. R., 1990. Survival of lactic acid bacteria during spray drying of plain yoghurt. *Journal of Food Science*, **55**: 1008-1010.
- Kim, E. H. J., Chen, X. D., Pearce, D., 2000. Surface characterization of four industrial spray-dried dairy powders in relation to chemical composition, structure and wetting property. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, **26**: 197-212.
- Kim, E. H. J., Chen, X. D., Pearce, D., 2005. Melting characteristics of fat present on the surface of industrial spray-dried dairy powders, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, **42**: 1-8.
- Koç, B., 2008. *Püskürtmeli Kurutma Yöntemi ile Yoğurt Tozu Üretim Koşullarının Optimizasyonu* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Ege Üniversitesi, İzmir.
- Kosikowski, F. V., 1982. *Cheese and Fermented Milk Foods*, 3rd edition, New York. 1-711.
- Köksoy, A., Kılıç, M., 2003. Ayranın yapısal özellikleri. *Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu Bildiri Özetleri Kitabı*, İzmir. 42-44.
- Köse, Ş., Ocak, E., 2011. Changes occurring in plain, straining and winter yoghurt during the storage periods. *African Journal of Biotechnology*, **10**:(9), 1646-1650.
- Köse, Ş., Ocak, E., 2014. Yoğurtta lezzet bileşenlerinin oluşumu ve bu oluşum üzerine etki eden faktörler. *Akademik Gıda*, **12**:(2) 101-107.
- 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** (6): 276-280.
- 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., 1995. Yoğurdun tarihçesi ve yeryüzünde yayılışı. *III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu*. Milli Produktivite Merkezi Yayınları, yayın no: 548, Ankara. 23-25.
- Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A., 2003. *Süt Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi*. Atatürk Üniversitesi Yayınları, Yay. No: 252-D, Erzurum, 284.

- Kuş, H., 2010. *İnsan Orjinli Probiyotik Bakteriler Kullanılarak Probiyotik Ayrın Üretimi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Liapis, A. I., Bruttini, R., 1997. *Mathematical Models of the Primary and Secondary Drying Stages of the Freze- Drying of Pharmaceuticals on Trays and in Vials, in Mathematical Modelling and Numerical Techniques in Drying Technology*. Newyork, 481-535.
- Lucey, A. J., 2001. The relationship between rheological parameters and whey separation in milk gels. *Food Hydrocolloids* 15: 603-608.
- Marshall, V. M., 1993. Starter cultures for milk fermentation and their characteristics. *International Journal of Dairy Technology*, 46(2):49-56.
- Metin, M., Öztürk, F., 2002. *Süt ve mamulleri analiz yöntemleri*. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir. 439.
- Nalçı, M., 2014. *Rekonstitüe Yoğurdunun Özellikleri Üzerine Stabilizatör Kullanımının ve Depolama Süresinin Etkileri* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Çukurova Üniversitesi .Adana
- Nale, Z., 2013. *Prebiyotik Eklenmiş Kefirin Püskürterek Kurutulması ve Ürünün Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Akdeniz Üniversitesi Antalya.
- Nergiz, C., Seçkin, A. K., 1998. The Losses of Nutrients During The Production of Strained (Torba) Yoghurt. *Food Chemistry*, 61(1-2): 13-16.
- Öz, Ö., 2009. *Dondurarak Kurutma Yöntemi İle Çözünebilir Çay Üretimi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Gebze yüksek teknoloji enstitüsü, Gebze.
- Özden, A., 2009. İnsan Beslenmesinde Yoğurdun Yararlı Etkileri. *Güncel Gastroenteroloji*, 4: 13.
- Özer, B., 2006. *Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi*. Sidas Medya LTD. STİ. İzmir. 488.
- Özer, B. H., Robinson, R. K., Grandison, A. S., Bell, A. E., 1997. Rheological characteristics of labneh (concentrated yoghurt) produced by various concentration techniques. Textural Properties of fermented Milks and Dairy Desserts. *International Dairy Federation Special Issue*, 9802: 181-185.
- Özgür, A., 2015. *Nar Çekirdeğinin Yağının Çıkarılması Amacıyla Farklı Kurutma Yöntemlerinin Karşılaştırılması* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Çukurova Üniversitesi. Adana.
- Özünü, T. B., 2005. *Ayrın Kalitesinde Etkili Bazı Parametreler Üzerine Araştırmalar* (doktora tezi, basılmamış). Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Özünü, T. B., Koçak, C., Aydemir, S., 2007. Ayrın stabilitesini etkileyen faktörler. *Gıda Teknolojisi Derneği*, 35: 43
- Pan, T. A., Xu, G. H., GAO, F. Y., 1994. Manufacture of Yoghurt Powder. *Shipin-Kexue*, 3:18-21.
- Pancar, E. D., 2013. *Yoğurt Üretiminde Balık Jelatininin Stabilizör Madde Olarak Kullanılması* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Yüzüncüyıl Üniversitesi, Van
- Peker, S., Helvacı, Ş. Ş., 2003. *Akışkanlar Mekaniği*. Literatür Yayıncılık.3-80
- Petti, S., Tarsitani, G., D'arca, A. S., 2001. A randomized clinical trial of the effect of yoghurt on the human salivary microflora. *Archives of Oral Biology*, 46: 705-712.
- Polat, S., 2009. *Farklı Starter Kültür Kullanılarak Üretilen Ayrınların Kalite Özellikleri* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Çukurova Üniversitesi, Adana.

- Rasic, J. L., Kurman, J. A., 1978. *Yoghurt, Scientific Grounds, Technology, Manufacture and Preparations*. Technical Dairy Publishing House, 1, Copenhagen. 466.
- Renner, E., 1991. *Dictionary of Milk and Dairying*. Printing Pustet Resenburg, Germany. 384.
- Rudan, M. A., Barbano, D. M., Guo, M.R., Kindstedt, P. S., 1998. Effect of modification of fat particle size by homogenization on composition, proteolysis, functionality and appearance of reduced fat mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, **81** (8): 2065-2076.
- Saçkesen, Ş. N. D., 2016. *Peyniraltı Suyuyla Zenginleştirilmiş Fermente Süt İçeceği Üretimi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Van.
- SAS, 2014. *SAS/STAT Software: Hangen and Enhanced*, Version 9.4, SAS, Inst. Inc., Cary, N.C. USA.
- Schuck, P., 2011. Milk Powder: Physical and Functional Properties of Milk Powders. *Elsevier Academic Press*, **2**: 117-124.
- Selomulya, C., Fang, Y., 2013. Food powder rehydration, Handbook of food powders: Processes and properties. *Woodhead Publishing*, **15**: 379-408.
- Sezgin, E., Atamer, M., Yetişmeyen, A., Alpar, O., 1993. Effect of the different fortification method on the quality of Turkish type yoghurt. *Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler*, **718**: 98.
- Stapelfeldt, H., Nielsen, B. R., Skibsted, L. H., 1997. Effect of heat treatment, water activity and storage temperature on the oxidative stability of whole milk powder. *International Dairy Journal*, **7**: 331-339.
- Şanlı, T., Sezgin, E., Şenel, E., Benli, M., 2011. Geleneksel yöntemle ayran üretiminde Transglutaminaz kullanımının ayranın özellikleri üzerine etkileri. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Gıda Dergisi*, **36** (4): 217-224.
- Şeker, P., 2008. *Kısa ve Uzun Ömürlü Ayranlarda Potasyum Sorbat Uygulamasının Kaliteye Etkisi* (doktora tezi, basılmamış). Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Tamime, A. Y., Deeth, H. C., 1980. Yoghurt: Technology and Biochemistry. *Journal of Food Protech*, **43** (12): 939-977.
- Tamime, A. Y., Robinson, R. K., 1999. *Yoghurt: Science and Technology*. 2. Edition. CRC press. Cambridge, England. 596.
- Tamime, A. Y., Robinson, R. K., 2001. *Yogurt Science and Technology*, CRC Press. New York, USA.
- Tamtürk, P., 2013. *Farklı Kurutma Yöntemlerinin Ihlamur Çiçeği (Tilia Tomentosa Moelch.) Uçucu Bileşiklerine Etkisi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Tekinşen, O. C., 1976. Yoğurt Yapımı. *Veteriner Hekim Derneği Dergisi*, **46** (1-2-3) : 29-36.
- Thomas, M. E. C., Scher, J., Desobry-Banon, S., 2004. Milk powders ageing: Effect on physical and functional properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **44**(5): 297-322.
- 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.

- Uzunoglu, T. P., 2012. *Yüksek Güçlü Ultrases İşleminin Kısa ve Uzun Ömürlü Ayranın Mikrobiyolojik ve Duyusal Özelliklerine Etkisi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Üçüncü, M., 2010. *Süt ve Mamulleri Teknolojisi*. Meta Basım ve Matbaacılık, İzmir. 405.
- Ünver, İ. H., 2014. *Saccharomyces Boulardu Kullanarak Probiyotik Yoğurt Üretimi ve Bazı Prebiyotiklerin Yoğurtların Çeşitli Nitelikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Var, I., Şahan, N., Zorlugenç, B., Yaşar, K., 2004. The effects of using different production methods and commercial cultures on the microbiological properties of Ayran. *International Dairy Symposium, Recent Developments in Dairy Science and Technology*, 369-371
- Yağcıoğlu, A., 1999. *Tarım Ürünleri Kurutma Tebliği*. Ege Üniversitesi, 225.
- Yalçın, S., 2016. *Homojenizasyon ve Isıl İşlem Uygulamalarının Farklı Oranlarda Yağ İçeren Sütlerden Üretilen Ayranın Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Yaygın, H., 1981. Yoğurdun beslenme değeri ve sağlıkla ilgili özellikleri. *Gıda Dergisi*, 5: 17-22.
- Yıldırım, N., 2011. *Laktozu İndirgenmiş Yoğurt Üretimi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Ege Üniversitesi, İzmir.
- Yılmaz, R., Temiz, A., 2003. Streptococcus salivarius subsp. thermophilus ve lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus 'un klasik ve moleküler yöntemler kullanılarak tanımlanması ve karakterizasyonu. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 1: (3) 19-42.
- Walstra, P., Jenness, R., 1984. *Dairy Chemistry and Physics*. New York, 467.
- Wang, Y. C., Yu, R. C., Chou, C. C., 2004. Viability of lactic acid bacteria and bifidobacteria in fermented soymilk after drying, subsequent rehydration and storage. *International Journal of Food Microbiology*, 93: 209–217.



ÖZ GEÇMİŞ

1992 yılında Van'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Van'da tamamladı. 2010-2014 yılları arasında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimi aldı. 2015 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Süt Teknolojisi Bilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Bu bölümden 2018 yılında mezun oldu. 2015 yılından beri Can-Dost Catering Yemek Hizmetleri İthalat İhracat SAN. TİC.LTD.ŞTİ' de Gıda Mühendisi olarak çalışmaktadır.

T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 25/09/2018

Tez Başlığı / Konusu: FARKLI KURUTMA YÖNTEMLERİ İLE ELDE EDİLEN YOĞURT TOZUNUN
DEPOLANMASI VE REKONSTİTÜE AYRAN ÜRETİMİNDE KULLANIMI

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 97 sayfalık kısmına ilişkin, 24/09/2018 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından TURNİTİN intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % 7 (YEDİ) dir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

28.09.2018


Tasuha Ar

Adı Soyadı: Özlem Soysona Ar

Öğrenci No:149101213

Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği

Programı: Süt Teknolojisi

Statüsü: Y. Lisans

Doktora

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR

Doç. Dr. Elvan OCAK

(Unvan, Ad Soyad, İmza)

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR

Prof. Dr. Ayet SENSOY
Enstitü Müdürü

(Unvan, Ad Soyad, İmza)