

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**AYRAN ÜRETİMİNDE PEYNİRALTI SUYU TOZU VE TRANSGLUTAMİNAZ
ENZİMİ KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

Havva Ceren AKAL

SÜT TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2017**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Havva Ceren AKAL tarafından hazırlanan “Ayran Üretiminde Peyniraltı Suyu Tozu ve Transglutaminaz Enzimi Kullanım Olanaklarının Araştırılması” adlı tez çalışması 12/09/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Celalettin KOÇAK

Jüri Üyeleri:

Başkan: Prof. Dr. Asuman GÜRSEL
Ankara Üniversitesi Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Celalettin KOÇAK
Ankara Üniversitesi Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. H. Barbaros ÖZER
Ankara Üniversitesi Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Ali TOPCU
Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Cem KARAGÖZLÜ
Ege Üniversitesi Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN
Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

12.09.2017



H. Ceren AKAL

ÖZET

Doktora Tezi

AYRAN ÜRETİMİNDE PEYNİRALTI SUYU TOZU VE TRANSGLUTAMİNAZ ENZİMİ KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Havva Ceren AKAL

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Celalettin KOÇAK

Ayran üretiminde iki farklı uygulamanın incelendiği bu çalışmada, **birinci uygulamada** ayranın Türk Gıda Kodeksi'ne göre içermesi gereken protein oranının % 5, % 10 ve % 15'i sütü seyreltme amacıyla kullanılan rekonstitüye peyniraltı suyundan sağlanarak; **ikinci uygulamada** ayranın protein oranını % 2'ye ayarlayacak şekilde kullanılan su miktarının % 25, % 50 ve % 75'i yerine rekonstitüye peyniraltı suyu kullanılarak ayran üretilmiştir. Her iki uygulamada da transglutaminaz enziminin kullanım olanakları ayrıca değerlendirilmiştir. Örneklerde, bileşim özellikleri (kurumadde, yağ, tuz ve kül içerikleri) ile 15 günlük depolama süresince pH-değeri, titrasyon asitliği, toplam protein, *Streptococcus* ve *Lactobacillus* cinslerinin koloni sayıları, renk, faz ayrılması, reolojik özellikler, aroma profili, peptit profili, elektroforetik profil (SDS-PAGE) ve duyuşal özellikler belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda, ayran üretiminde peyniraltı suyu kullanımının; kurumadde, renk özelliklerinden b ve -a değerleri, peptit profilinde serum proteinleri miktarlarını ve duyuşal değerlendirmede görünüş ve yapı beğenisini artırdığı; kıvam indeksi değerini düşürdüğü ve tespit edilen diğer özellikler açısından farklılık yaratmadığı görülmüştür.

Transglutaminaz ilavesinin; kontrol ve rekonstitüye peyniraltı suyu içeren ayran örneklerinde fiziksel özellikler (faz ayrılması, kıvam indeksi) üzerine olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir. SDS-PAGE elektroforetogramlarına göre transglutaminaz kullanılan örneklerde enzim kullanılmayan örneklerden farklı olarak yüksek moleküler ağırlığa sahip bölgede (jelin üst kısmında) koyuluk tespit edilmiştir. Transglutaminaz kullanımı, ayranın diğer özellikleri üzerine önemli bir etkide bulunmamıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, % 2 olan protein içeriğinin % 10'u peyniraltı suyu tozundan karşılanan örnek ile üretimde kullanılan seyreltme sıvısının % 50'si peyniraltı suyundan karşılanan örnek duyuşal özellikler başta olmak üzere belirlenen özellikler açısından en iyi değerleri almıştır. Ayran üretiminde peyniraltı suyu kullanımından kaynaklanabilecek fiziksel özelliklerde meydana gelen olumsuzlukların transglutaminaz kullanımı ile giderilebileceği görülmüştür.

Eylül 2017, 147 sayfa

Anahtar Kelimeler: Ayran, peyniraltı suyu, transglutaminaz enzimi

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

RESEARCH ON FACILITIES OF USING WHEY POWDER AND TRANSGLUTAMINASE ENZYME IN AYRAN PRODUCTION

Havva Ceren AKAL

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Dairy Technology

Supervisor: Prof.Dr.Celalettin KOÇAK

In the present study, two different applications in the production of Ayran were examined. In the first application, 5% , 10% and 15% of protein level of Ayran which is set as % 2 according to Turkish Food Codex, were supplied from reconstituted cheese whey. In the second application milk for Ayran production was diluted by reconstituted whey as replacement of water by 25% , 50% and 75% . In both applications the possibilities of using microbial transglutaminase were also assessed. The gross compositions of the samples (i.e. dry matter, fat, salt and ash contents) and quality monitoring parameters (i.e. pH-value, titratable acidity, total nitrogen, *Streptococcus* and *Lactobacillus* species colony numbers, color, phase separation, rheological properties, aroma profile, peptide profile, electrophoretic profile (SDS-PAGE) and sensory properties) were determined. The samples were stored for 15 days.

Results showed that the use of whey in Ayran production caused increases in dry matter, color (b and -a values) serum proteins and appearance of samples. On contrary, incorporation of reconstituted whey into Ayran led to decrease in consistency index and the remaining parameters tested were not affected by this application.

It was clear that incorporation of transglutaminase affected the overall quality of the Ayran samples positively. SDS-PAGE electrophoretograms revealed that cross-linking between proteins triggered by transglutaminase formed intense bonds at high molecular weight regions (close to top of the gels). The remaining parameters tested were not affected by transglutaminase.

To conclude, the best results were obtained from whey added to meet 10% of the total protein level and from whey replaced by 50% of dilution fluid. The weakness resulted from addition whey were largely compensated by incorporation microbial transglutaminase.

September 2017, 147 pages

Key Words: Ayran, whey, transglutaminase enzyme

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleşmesinde engin bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Celalettin KOÇAK'a (Ankara Üniversitesi Süt Teknolojisi Anabilim Dalı), Tez İzleme Komitesinde yer alarak beni tez süresince yönlendiren ve katkılarda bulunan Sayın Prof. Dr. Barbaros ÖZER'e (Ankara Üniversitesi Süt Teknolojisi Anabilim Dalı) ve Sayın Doç. Dr. Ali TOPCU'ya (Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı); eş danışman hocam Sayın Doç. Dr. Birce TABAN'a (Ankara Üniversitesi Süt Teknolojisi Anabilim Dalı); fikirleri ile beni destekleyen tüm bölüm hocalarıma, çalışmalarım sırasında yanımda olan sevgili arkadaşım Araş. Gör. Nazlı TÜRKMEN'e, Sayın Salih ÖZCAN başta olmak üzere Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Eğitim, Araştırma ve Uygulama İşletmesi çalışanlarına; beni her zaman destekleyen, hep yanımda hissettiğim canım aileme, ihtiyaç duyduğum her zaman yanımda olan Dr. Şebnem BUDAK'a ve bu süreçte bana katlanan tüm arkadaşlarıma en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Koordinatörlüğü tarafından 'Rekonstitüe Peyniraltı Suyu ile Üretilen Ayranların Enzimatik Modifikasyon Yoluyla Fiziksel Özelliklerinin Geliştirilmesi' başlıklı proje (15L0447003) tarafından desteklenmiştir.

H. Ceren AKAL

Ankara, Eylül 2017

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER	4
2.1 Ayran Üretim Teknolojisi	5
2.2 Ayranın Fiziksel Özellikleri	10
2.3 Fermente Süt Ürünlerinde Transglutaminaz Kullanımı	11
2.3 Süt Ürünlerinde Peyniraltı Suyu Kullanımı	17
3. MATERYAL ve YÖNTEM	23
3.1 Materyal	23
3.1.1 Süt	23
3.1.2 Peyniraltı suyu tozu	23
3.1.3 Starter kültür	23
3.1.4 Transglutaminaz enzimi	23
3.2 Ayran Üretim Yöntemi	23
3.3 Uygulanan Analizler	33
3.3.1 Süte uygulanan analizler	33
3.3.1.1 Toplam kurumadde	33
3.3.1.2 Yağ içeriği	33
3.3.1.3 Titrasyon asitliği	34
3.3.1.4 pH-değeri	34
3.3.1.5 Toplam protein içeriği	34
3.3.1.6 Toplam kül içeriği	34

3.3.2 Süte ilave edilen rekonstitüe peyniraltı suyuna uygulanan analizler	35
3.3.2.1 pH değeri	35
3.3.2.2 Titrasyon asitliği	35
3.3.2.3 Yağsız kurumadde	35
3.3.3 Peyniraltı suyu tozuna uygulanan analizler	36
3.3.3.1 Nem içeriği	36
3.3.3.2 Toplam protein içeriği	36
3.3.3.3 Titrasyon asitliği	37
3.3.3.4 Kül içeriği	37
3.3.3.5 Yağ içeriği	37
3.3.3.6 pH-değeri	38
3.3.4 Ayran örneklerine uygulanan analizler	38
3.3.4.1 Toplam kurumadde	38
3.3.4.2 Yağ içeriği	38
3.3.4.3 Tuz içeriği	38
3.3.4.4 Kül içeriği	39
3.3.4.5 pH değeri	39
3.3.4.6 Titrasyon asitliği	39
3.3.4.7 Toplam protein içeriği	39
3.3.4.8 <i>Streptococcus thermophilus</i> koloni sayımı	40
3.3.4.9 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> koloni sayımı.....	40
3.3.4.10 Renk değerleri	41
3.3.4.11 Faz ayrılması	41
3.3.4.12 Dinamik reolojik testler	41
3.3.4.13 Aroma profili	42
3.3.4.14 Peptit profili	43
3.3.4.15 Elektroforetik profil	43
3.3.4.16 Duyusal değerlendirme	47
3.3.4.17 İstatistiki değerlendirme	49
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	49
4.1 Hammaddelere Ait Sonuçlar	49

4.2 Ayran Örneklerinin Analiz Sonuçları	51
4.2.1 Ayran örneklerinin genel bileşimi	51
4.2.2 pH değeri	54
4.2.3 Titrasyon asitliği	56
4.2.4 Toplam protein	58
4.2.5 <i>Streptococcus thermophilus</i> koloni sayıları.....	60
4.2.6 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> koloni sayıları.....	62
4.2.7 Renk değerleri	64
4.2.8 Faz ayrılması	68
4.2.9 Dinamik reolojik testler	71
4.2.10 Aroma profili	81
4.2.11 Elektroforetik profil	95
4.2.11.1 SDS-PAGE	95
4.2.11.2 Native-PAGE	99
4.2.12 Peptit profili	100
4.2.13 Duyusal değerlendirme	105
4.2.13.1 Puanlama testi	106
4.2.13.2 Farklılık testi	112
5. SONUÇ	114
KAYNAKLAR.....	119
EKLER	134
EK 1 Kullanılan Peyniraltı Suyu Miktarları	135
EK 2 Puanlama Testi Formu	136
EK 3 Farklılık Testi Formu	137
EK 4 Maliyet Tablosu	138
EK 5 Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği Ek-2'de Verilen Ayran Özellikleri	139
EK 6 Örnek Kromatogram	140
EK 7 Ayran Örneklerinin Toplam Laktik Asit Bakteri Sayıları	141
ÖZGEÇMİŞ	142

SİMGELER DİZİNİ

α	alfa
β	beta
μL	mikrolitre
μm	mikrometre
Kromatografisi-Kütle Spektrometresi)	
$^{\circ}\text{SH}$	Soxhelet Henkel (Titrasyon asitliği değeri)
U	Unit

Kısaltmalar

ACE	Angiotensin-Converting-Enzyme (Anjiyotensin dönüştürücü enzim)
dev/dk	devir/dakika
dk	dakika
EPS	ekzopolisakkarit
g	gram
GC-MS	Gas chromatography–mass spectrometry (Gaz
kg	kilogram
kob/mL	koloni oluşturma birimi/mililitre
KOH	potasyum hidroksit
L	Litre
LA	Laktik Asit
<i>L. acidophilus</i>	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
<i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>
M	Molar
mg	miligram
mL	mililitre
mTGase	mikrobiyal transglutaminaz enzimi
N	Normal
nm	nanometre

mM	milimolar
Pa	Pascal, Gerilme ve basınç ölçüsü birimi
ppm	milyonda bir kısım
RP-HPLC	Reversed-Phase High-Performance Liquid Chromatography (Ters Faz Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi)
s	saniye
sa	saat
SDS-PAGE	Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Gel Elektroforezi
SPME	Solid Phase Microextraction (Katı Faz Mikro Ekstraksiyon)
<i>Str. thermophilus</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>
TCA	Trikloroasetik asit
TFA	Trifloroasetik asit
TS	Türk standartları
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
w/w	weight/weight (ağırlık/ağırlık)
w/v	weight/volume (ağırlık/hacim)
V	Volt
vb	ve benzeri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Türkiye’de 2010-2016 yıllarına ait ayran üretim miktarları.....	5
Şekil 2.2 Ev koşullarında iki farklı yöntemle ayran üretimi	6
Şekil 2.3 Endüstriyel olarak ayran üretimi	8
Şekil 2.4 Transglutaminaz enziminin etki mekanizması	12
Şekil 3.1 Farklı oranlarda transglutaminaz enzimi ilave edilerek gerçekleştirilen rekonstitüye peyniraltı suyu ilaveli ayran üretimi	25
Şekil 3.2 Birinci ön deneme ayran örneklerinin duyuusal değerlendirme sonuçları...	27
Şekil 3.3 Rekonstitüye peyniraltı suyu ilaveli ayran üretiminde farklı aşamalarda transglutaminaz enziminin ilave edilmesi	28
Şekil 3.4 İkinci ön deneme ayran örneklerinin duyuusal değerlendirme sonuçları..	30
Şekil 3.5 Deneme örneklerinin üretimi	31
Şekil 4.1 Ayran örneklerinin pH değerleri	55
Şekil 4.2 Ayran örneklerinin % laktik asit değerleri	58
Şekil 4.3 Ayran örneklerinin faz ayrılması değerleri	71
Şekil 4.4 K-A örneğine ait kayma hızı-kayma gerilimi grafiğinin Newtonian akış modeline uygunluğu	73
Şekil 4.5 K-A örneğine ait kayma hızı-kayma gerilimi grafiğinin Power Law akış modeline uygunluğu	73
Şekil 4.6 Ayran örneklerinin kıvam indeksi değerleri	76
Şekil 4.7 Birinci uygulama ayran örneklerinin 1. depolama gününe ait kayma hızı-viskozite grafikleri	78
Şekil 4.8 İkinci uygulama ayran örneklerinin 1. depolama gününe ait kayma hızı-viskozite grafikleri	78
Şekil 4.9 Birinci uygulama ayran örneklerinin 7. depolama gününe ait kayma hızı-viskozite grafikleri	79
Şekil 4.10 İkinci uygulama ayran örneklerinin 7. depolama gününe ait kayma hızı-viskozite grafikleri	79
Şekil 4.11 Birinci uygulama ayran örneklerinin 15. depolama gününe ait kayma hızı-viskozite grafikleri	80
Şekil 4.12 İkinci uygulama ayran örneklerinin 15. depolama gününe ait kayma hızı-viskozite grafikleri	80
Şekil 4.13 Birinci uygulama ayran örneklerinin temel aroma bileşenleri	90
Şekil 4.14 İkinci uygulama ayran örneklerinin temel aroma bileşenleri	90

Şekil 4.15 Ayran örneklerinin 1. gün SDS-PAGE elektroforetogramı	96
Şekil 4.16 Ayran örneklerinin 15. gün SDS-PAGE elektroforetogramı	97
Şekil 4.17 Ayran örneklerinin 1. gün Native-PAGE elektroforetogramı	99
Şekil 4.18 Ayran örneklerinin 15. gün Native-PAGE elektroforetogramı	99
Şekil 4.19 Birinci uygulama ayran örneklerinin 1. depolama günü peptit profili	101
Şekil 4.20 İkinci uygulama ayran örneklerinin 1. depolama günü peptit profili	102
Şekil 4.21 Birinci uygulama ayran örneklerinin 15. depolama günü peptit profili	103
Şekil 4.22 İkinci uygulama ayran örneklerinin 15. depolama günü peptit profili	104
Şekil 4.23 Ayran örneklerinin görünüş özellikleri	108
Şekil 4.24 Ayran örneklerinin yapı özellikleri	109
Şekil 4.25 Ayran örneklerinin lezzet özellikleri	110
Şekil 4.26 Ayran örneklerinin toplam duyuşsal puanları	111

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Yayıq ayranının bazı özellikleri	7
Çizelge 2.2 Peyniraltı suyunun bazı özellikleri	18
Çizelge 3.1 Birinci ön deneme ayran örneklerinin genel bileşimi	26
Çizelge 3.2 Birinci ön deneme örneklerinin bazı özellikleri	26
Çizelge 3.3 İkinci ön deneme ayran örneklerinin genel bileşimi	29
Çizelge 3.4 İkinci ön deneme örneklerinin bazı özellikleri	29
Çizelge 3.5 Örnek kodları	32
Çizelge 4.1 Hammadde olarak kullanılan çiğ sütün bazı özellikleri	49
Çizelge 4.2 Ayran üretiminde kullanılan peyniraltı suyu tozuna ait bazı özellikler.....	50
Çizelge 4.3 Ayran üretiminde kullanılan rekonstitüye peyniraltı sularına ait bazı özellikler	50
Çizelge 4.4 Ayran örneklerinin genel bileşimi	53
Çizelge 4.5 Ayran örneklerinin pH-değerleri	54
Çizelge 4.6 Ayran örneklerinin titrasyon asitliği değerleri	56
Çizelge 4.7 Ayran örneklerinin toplam protein değerleri	59
Çizelge 4.8 Ayran örneklerinin <i>Str. thermophilus</i> koloni sayıları	61
Çizelge 4.9 Ayran örneklerinin <i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> koloni sayıları.....	63
Çizelge 4.10 Birinci uygulama ayran örneklerinin renk değerleri	65
Çizelge 4.11 İkinci uygulama ayran örneklerinin renk değerleri	66
Çizelge 4.12 Ayran örneklerinin faz ayrılması değerleri	69
Çizelge 4.13 Ayran örneklerinin kıvam indeksi (K) ve akış davranış indeksi (n) değerleri	75
Çizelge 4.14 Birinci uygulama ayran örneklerinin asetaldehit, diasetil, aseton miktarları	82
Çizelge 4.15 İkinci uygulama ayran örneklerinin asetaldehit, diasetil, aseton miktarları	83
Çizelge 4.16 Birinci uygulama ayran örneklerinin bazı aroma bileşenleri miktarları	85
Çizelge 4.17 İkinci uygulama ayran örneklerinin bazı aroma bileşenleri miktarları	86

Çizelge 4.18 Aroma bileşenlerinin alıkonma süreleri ve CAS numaraları.....	95
Çizelge 4.19 Ayran örneklerinin duyuşal değerlendirme sonuçları	107



1. GİRİŞ

Temeli yaklaşık 10 000 yıl öncesine dayanan fermente süt ürünlerinin ilk olarak sütü korumak amacıyla üretildiği düşünülmektedir (Tamime ve Robinson 2000). Fermente süt ürünlerinin laktozun yararlı etkisini artırma, enterik patojenlere karşı antagonistik etki gösterme, bağışıklık sistemini geliştirme gibi sağlık üzerine olumlu birçok etkisi bulunmaktadır (Buttriss 1997, Shah 2006).

Ayran yoğurdun içerdiği bütün bileşenleri, seyreltme oranına bağlı olarak farklı miktarlarda içeren bir fermente süt ürünüdür (Tamuçay-Özünü 2005). Yüksek besin değerine sahip, kolay ulaşılabilir ve ekonomik bir içecek olan ayran ayrıca geleneksel bir ürünümüzdür. Bu nedenlerle ayran üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Bu araştırmalarda ayran kalitesi üzerine;

- farklı seyreltme oranının (Ergüllü ve Demiryol 1983),
- kullanılan su ve tuz miktarının (Köksoy ve Kılıç 2003),
- hidrokolloid kullanımının (Köksoy ve Kılıç 2004),
- fermantasyon koşullarının (Özdemir ve Kılıç 2004),
- üretimde uygulanan farklı parametrelerin (ısıtma işlem normu, homojenizasyon basıncı ve inkübasyon çıkış pH'sı) (Tamuçay-Özünü 2005),
- balık yağı ilavesinin (Nielsen vd. 2007),
- farklı yağ oranlarının (Bayraktaroğlu ve Obuz 2008),
- transglutaminaz enzimi kullanımının (Şanlı 2009),
- akustik enerji uygulamasının (Ertugay vd. 2012),
- termosonikasyon uygulamasının (Erkaya vd. 2015),
- ekzopolisakkarit üreten starter kültür kullanımının (Yılmaz vd. 2015) ve
- yerli mikrobiyal kültür kullanımının (Baruzzi vd. 2016) etkileri incelenmiştir. Ayrıca dayanıklı ayran üretiminde pektin kullanımının (Atamer vd. 1999) ve probiyotik ayran üretiminde peyniraltı suyu fraksiyonlarının (Ayar ve Burucu 2013) etkileri incelenmiş,

Ankara piyasasında satılan ayranların hijyenik kaliteleri (Duru ve Özgüneş 1981) ve Elazığ'da açık ve ambalajlı olarak satılan ayranların mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi de (Patır vd. 2006) belirlenmiştir.

Farklı amaçlarla gerçekleştirilen bu çalışmalarda genellikle ayran kalitesinin artırılması üzerinde durulmuştur.

Bu tez çalışmasında ise, ayran kalitesini artırmanın yanı sıra atık olarak görülen peyniraltı suyuna yeni bir kullanım alanı sağlanması ve elde edildiği ortamda değerlendirilebilme imkanı yaratılması hedeflenmiştir.

Sütün peynire işlenmesi sonucunda arta kalan sarımtırak-yeşil renkli sıvı olarak bilinen peyniraltı suyu ağırlıklı olarak laktoz (% 4-5), protein (% 0.6-0.8), yağ ve mineral maddeler içermektedir (Dinçoğlu ve Ardıç 2012). Zengin bileşime sahip peyniraltı suyu, sıvı veya toz formda lor, Ricotta ve Mysost gibi peynirlerin yapımında, farklı içeceklerin elde edilmesinde, laktoz şurubu, B₁₂ vitamini, biyogaz, yenilebilir film, yoğurt, dondurma, unlu mamullerin üretiminde ve et endüstrisinde kullanılabilir (Kurt ve Gülümser 1988, Dinçoğlu ve Ardıç 2012). Geniş bir kullanım alanına sahip olmasına karşın ülkemizde halen büyük ölçüde değerlendirilmeden atılan peyniraltı suyu miktarı (toplam miktarın % 80-85'i kadar) oldukça fazladır. Peyniraltı suyunun kurutulması yüksek maliyet gerektirdiğinden ve kullanımı için daha çok toz hale getirilmesi ya da demineralizasyon, ayırıştırma gibi ilave işlemlere ihtiyaç duyulması değerlendirilmesinin sınırlı kalmasına sebep olmaktadır. Ayran üretiminde peyniraltı suyu kullanımı ek işlem gerektirmediğinden üreticiler tarafından tercih edileceği düşünülmektedir.

Peyniraltı suyu kullanılarak elde edilen ayran örneklerinde transglutaminaz (TGase) enziminin etkisi incelenmiştir. Proteinlerin amin ile karboksiamid grupları arasında çapraz bağ kuran TGase enzimi, süt ürünlerinde stabiliteyi, su tutma kapasitesini, jel sıklığını, ısıya karşı direnci ve viskoziteyi artırmak amacıyla kullanılan mikrobiyal bir enzimdir (Gerrard 2002, Zhu ve Tramper 2008, Wroblewska vd. 2009). Süt proteinleri arasında kazein, açık primer yapıya sahip olduğundan TGase enzimi için diğer süt proteinlerinden daha iyi bir substrattır. Serum proteinleri ise doğal formunda TGase enziminden

etkilenmezken ısı ya da dithiothreitol varlığında denatüre olduktan sonra substrat olarak kullanılabilir (Jaros vd. 2006).

Yapılan araştırmalarda ayran üretiminde TGase kullanımının ayranın fiziksel özelliklerini geliştirdiği bildirilmiştir (şanlı vd. 2011, Shirkhani vd. 2013). Bu bilgiler ışığında peyniraltı suyu kullanılarak ayran üretiminde TGase kullanılarak fiziksel özelliklerin iyileştirilebileceği düşünölmüştür.

Bu düşöncelerle araştırmada seyreltme amacıyla su yerine peynir üretiminin yan ürünü olan peyniraltı suyunun toz formundan değişik konsantrasyonlarda hazırlanan rekonstitöye peyniraltı suyu kullanımının ayranın kalite özelliklerine etkisi incelenmiştir. Su yerine rekonstitöye peyniraltı suyu kullanımıyla, hem çoğu işletmede kanalizasyona bırakılan ve çevre kirliliğine neden olan peyniraltı suyunun bu olumsuz etkisinin önlenmesi hem de içeriğindeki önemli besin öğelerinin (protein, mineral vb.) kısmen geri kazanımı amaçlanmıştır.

Ayrıca ayranın duysal özelliklerini (faz ayrılması, viskozite vb.) iyileştirmek amacıyla mikrobiyel transglutaminaz enziminden (mTGase transferaz, EC 2.3.2.13) yararlanılmıştır. Böylece ayranlarda sık görölen stabilite (faz ayrımı) sorununun çözümlenmesi ve ayranın reolojik özelliklerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Bu doğrultuda çalışmanın temel amaçları:

- peyniraltı suyunun ayran üretiminde kullanılabilirliğini belirlemek ve
- peyniraltı suyu kullanılarak üretilen ayranlarda mTGase enzimi kullanımının ayranın özellikleri üzerine etkisini ortaya koymaktır.

Araştırmanın her aşamasında standart peyniraltı suyu bulamama durumuyla karşılaşılabileceği için çalışmada standart özelliklerde hammadde kullanımını sağlamak amacıyla peyniraltı suyu tozundan rekonstitöye peyniraltı suyu kullanımının daha uygun olacağına karar verilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER

Ayran, yoğurdun sulandırılması ya da belirli oranlarda sulandırılan sütün fermente edilmesi ve tuz ilave edildikten sonra homojen hale gelinceye kadar karıştırılması sonucu elde edilen yoğurt türevi fermente bir içecektir (Özer 2006).

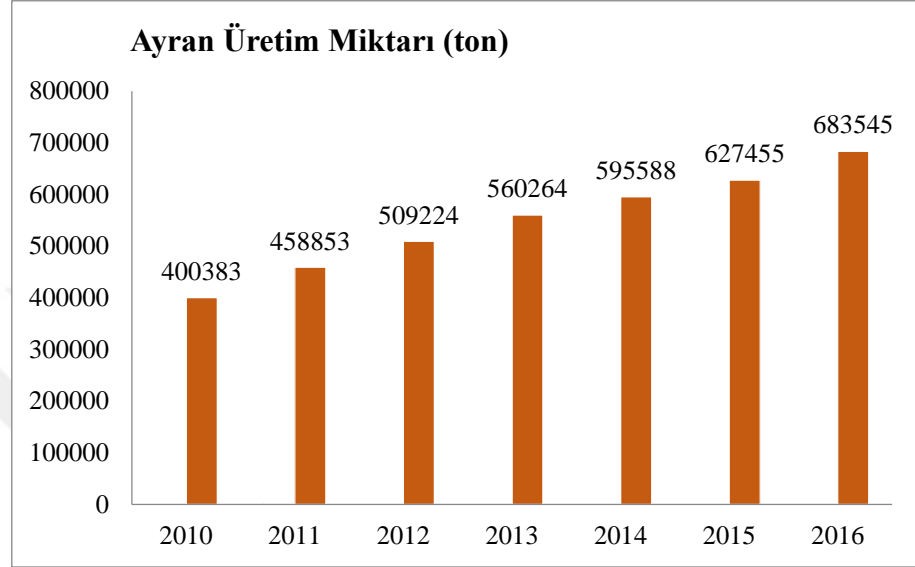
Ayran, Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde ise yoğurda su katılarak veya kurumaddesi ayarlanan süte *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kültürleri katılarak hazırlanan fermente süt ürünü olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2009).

Fermente süt ürünlerinin en eskilerinden biri olan ve çok yaygın bir tüketim alanı bulunan yoğurdun beslenme ve sağlık üzerindeki olumlu etkileri çok uzun yıllardan beri bilinmektedir. Besleyici özellik açısından sütün içindeki tüm bileşenleri içeren yoğurt; protein, kalsiyum, fosfor, magnezyum, çinko, B grubu vitaminleri açısından oldukça zengindir (Ebringer vd. 2008). Bununla birlikte, yoğurt üretiminde kullanılan starter kültürlerin özelliklerine bağlı olarak farklı bileşenler sentezlenebildiği gibi, mevcut bir bileşen bakteriler tarafından tüketilebilmektedir.

Yoğurdun beslenme yanında sağlık üzerinde olumlu etkileri olduğu da ileri sürülmektedir. Yoğurt bakterileri barsakta kısmen kolonize olma özelliği gösterdiğinden bağışıklık sistemini güçlendirici ve sindirimi kolaylaştırıcı etki gösterdiği iddia edilmektedir (Buttriss 1997). Yoğurdun su ile seyreltilmiş hali olan ayran, yoğurdun sahip olduğu bu özellikleri daha düşük oranda da olsa göstermektedir.

Ayran üretiminin tarihi çok eski zamanlara dayanmaktadır. İlk defa Göktürkler tarafından savaş anında yoğurdun ekşi tadını azaltmak amacıyla yoğurda su ilave edilmesi sonucu bulunduğu belirtilmektedir (Koçak ve Avşar 2010). Tevrat'ta M.Ö. 2000'li yıllarda Eski İbranilerin ayran tükettiğine dair bilgiler bulunmaktadır. Ayrıca Kaşgarlı Mahmut tarafından yazılan Divan-ı Lugat'it Türk adlı eserde ayranın yoğurda su katılarak üretildiği yer almaktadır (Yurdakök 2013).

Ülkemizde yaygın olarak üretilen ayranın üretim miktarı sürekli artmaktadır (Şekil 2.1). Hem ülke ekonomisi, hem de sağlıklı beslenme açısından önemli bir fermente süt ürünü olan ayranla ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bunlar aşağıda belirli başlıklar altında verilmiştir.

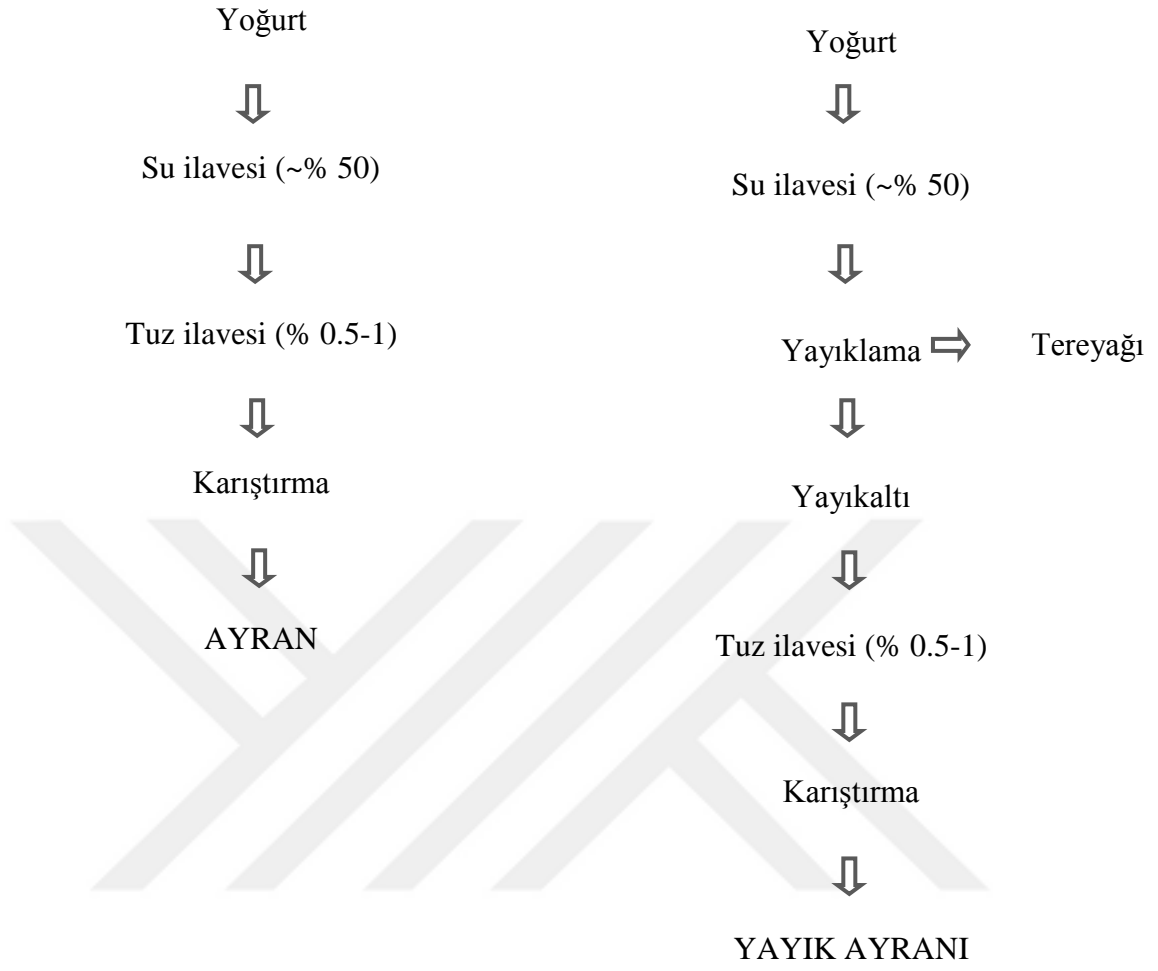


Şekil 2.1 Türkiye’de 2010-2016 yıllarına ait ayran üretim miktarları (<https://biruni.tuik.gov.tr> 2017a)

2.1 Ayran Üretim Teknolojisi

Ülkemizde ayran genel olarak ev koşullarında ve endüstriyel yolla olmak üzere iki farklı şekilde üretilmektedir (Koçak ve Avşar 2010).

Ev koşullarında ayran iki şekilde yapılmaktadır (Şekil 2.2). Birinci şekilde, evde yapılan ya da satın alınan yoğurda belirli oranda su ilave edilip iyice karıştırılarak ayran yapılmaktadır. İkinci şekilde ayran üretimi ise esas olarak süt ürünleri üretilen küçük birimlerde (köylerde) yapılmaktadır. Bu birimlerde tereyağı üretimi için yapılan yoğurtlar yayıklanmakta, oluşan tereyağı yayıktan alındıktan sonra arta kalan kısım “Yayık Ayranı” adıyla değerlendirilmektedir (Koçak ve Avşar 2010).



Şekil 2.2 Ev koşullarında iki farklı yöntemle ayran üretimi (Koçak ve Avşar 2010)

Geleneksel olarak yoğurttan tereyağı üretimi sonucu elde edilen ayranların bazı özellikleri çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Yayık ayranının bazı özellikleri (Şenel 2006)

Yayık Ayranı	Kurumadde (g/100g)	Yağ (g/100g)	pH değeri	Laktik asit (mg/100 g)
A	5.81	0.37	4.37	0.45
B	6.17	0.30	4.27	0.50
C	6.11	0.25	3.99	0.58
D	5.83	0.33	4.03	0.51

A: pH değeri 4.6 olan % 14 yağlı yoğurttan üretilen yayık ayranı

B: pH değeri 4.6 olan % 7 yağlı yoğurttan üretilen yayık ayranı

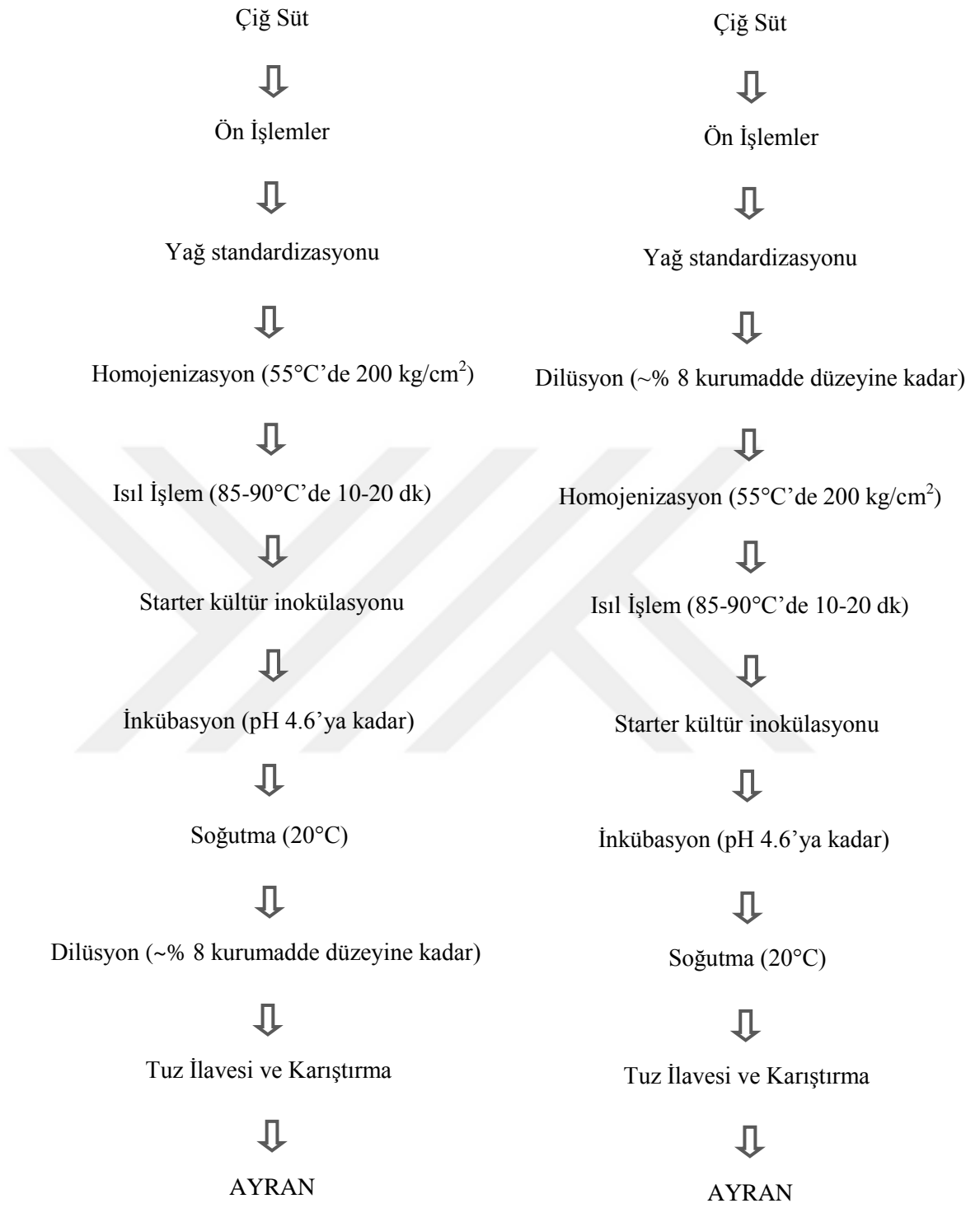
C: pH değeri 4.0 olan % 14 yağlı yoğurttan üretilen yayık ayranı

D: pH değeri 4.0 olan % 7 yağlı yoğurttan üretilen yayık ayranı

Endüstriyel ayran üretiminde de iki farklı yöntem kullanılmaktadır: (i) yoğurdun sulandırılmasıyla ayran üretimi yani geleneksel yöntem ve (ii) sütün su ilavesi ile standardize edilmesiyle ayran üretimi (bu yöntem genel olarak endüstriyel yöntem olarak anılmaktadır).

Süt fabrikalarında kullanılan birinci yöntem geleneksel yöntem olup, ayran yoğurdun sulandırılmasıyla elde edilmektedir. Şekil 2.3’te de görüldüğü gibi ayran üretiminde geleneksel yol izlendiğinde alınan çiğ süt 90-95°C sıcaklığa ısıtılarak pastörize edilmekte ve inkübasyon sıcaklığına soğutulduktan sonra inokülasyon yapılmaktadır. 43-45°C sıcaklıklarda inkübasyon sonunda elde edilen yoğurda su katılması ve ardından tuz ilavesiyle ayran elde edilmektedir (Özer 2006).

Endüstriyel yöntem olarak adlandırılan ikinci yöntemde ise çiğ süte su katılarak seyreltme işlemi üretimin başında gerçekleştirilmektedir (Şekil 2.3). Seyreltilen süt homojenize ve pastörize edilerek inoküle edilmekte ve inkübasyondan sonra tuz ilavesiyle ayran elde edilmektedir (Özer 2006, Nilsson vd. 2006).



Yoğurdun seyreltilmesi ile ayran üretimi

Sütün seyreltilmesiyle ayran üretimi

Şekil 2.3 Endüstriyel olarak ayran üretimi (Özer 2006)

Geleneksel ve endüstriyel üretim sonucu elde edilen ayranların karşılaştırıldığı araştırmalarda endüstriyel üretim ile duyuşal ve fiziksel özellikleri daha üstün ayran elde edildiği bildirilmiştir (Koçak vd. 2006, Şanlı 2009).

Farklı parametrelerin ayran stabilitesi üzerine etkisinin incelendiği çalışmalarda ayran üretiminde ısış işlem normları (75°C, 85°C, 95°C/ 5 dk), inkübasyon çıkış pH değerleri (4.6, 4.3, 4.0) ve farklı basınçlarda uygulanan homojenizasyonun (150 kg/cm², 200 kg/cm², 250 kg/cm²) ayranın özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre duyuşal özellikler arasında önemli bir fark bulunmamış olsa da 95°C'de 5 dk pastörizasyon, 250 kg/cm² homojenizasyon basıncı uygulanan ve inkübasyonu pH 4.0 değerinde sonlandırılan örneğin daha düşük serum ayrılması ve daha yüksek viskoziteye sahip olduğu belirtilmiştir (Tamuçay-Özönlü ve Koçak 2010a, b, c).

Ayran üretiminde ilave edilen su ve tuz miktarının ayranın reolojik özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ise, su ve tuz miktarının artmasının kıvam indeksini düşürdüğu ve faz ayrılmasını artırdığı ortaya konmuştur (Köksoy ve Kılıç 2003).

Farklı bir çalışmada da ayranın içerdıği yağ oranının kalite özellikleri üzerine etkisi ortaya konmuştur. Tam yağlı ayranın duyuşal niteliklerinin, yarım yağlı ve yağsız ayranlardan daha üstün olduğu, ancak yağ ikame maddeleri kullanımı ile meydana gelen olumsuzların giderilebileceği bildirilmiştir (Bayraktaroğlu ve Obuz 2008).

Ayran üretiminde klasik olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bakterileri kullanılmaktadır. Baruzzi vd. (2016) tarafından yürütölen bir araştırmada, kültürün ayran kalitesi üzerine etkisini incelemek üzere *Str. thermophilus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Lb. paracasei* türlerinden oluşun üçlü yerli kültür kullanılarak ayran üretilmiştir. Araştırma sonucunda, karışık kültür kullanılarak elde edilen ayran örneklerinin duyuşal özelliklerinin olumlu yönde etkilendiği ve ayranın raf ömrünün 30 güne kadar uzatıldığı bildirilmiştir.

2.2 Ayranın Fiziksel Özellikleri

Ayran üretiminde en önemli sorun; ayıranda yüksek düzeyde serum ayrılması görülmesi ve ayranın düşük viskoziteye sahip olmasıdır (Ergüllü ve Demiryol 1983). Nispeten düşük kurumaddeye sahip ayıranda yüksek viskozite ve düşük serum ayrılması elde edilmesi oldukça güçtür. Ayrıca kazein misellerinin agregasyonu ve depolama sırasında agregatların sedimentasyonu serum ayrılmasına neden olmaktadır (Altay vd. 2013). Tuz ilavesi de serum ayrılmasını artırmaktadır (Köksoy ve Kılıç 2003). Bunun; tuz iyonlarının kazein misellerinin itme kuvvetini arttırmasına bağlı olarak misellerin bir araya gelme eğiliminin azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Schkoda vd. 1999). Serum ayrılması ve viskozite sorunlarından dolayı ayranın fiziksel özelliklerini geliştirmek kaliteli ayran üretimi için önemlidir.

Ayran üretiminde stabilizatör kullanılmasıyla serum ayrılması azaltılmış “dayanıklı ayran” elde etmek mümkündür. Bu amaçla pektin (Atamer vd. 1999); guar gam, locust bean gam, metoksil pektin ve jelatin (Köksoy ve Kılıç 2004) kullanımı üzerine çalışılmış ve hidrokolloid kullanımının ayıranda serum ayrılmasını azalttığı bildirilmiştir.

Ayranın fiziksel özellikleri üzerine, üretiminde kullanılan bakterilerin ekzopolisakkarit (EPS) üreten suş olmasının da etkisi bulunmaktadır. Yılmaz vd. (2015) tarafından yürütülen bir çalışmada laktik asit bakterilerinin farklı suşları kullanılarak ve farklı inkübasyon sıcaklıkları uygulanarak üretilen ayranlarda EPS üretimine bağlı olarak ayranların viskozitelerinin daha yüksek olduğu ortaya konmuştur.

Özdemir ve Kılıç (2004) tarafından yürütülen bir çalışmada da ayran üretiminde kullanılan kültür tipinin, inkübasyon sıcaklığının ve inkübasyon çıkış pH değerinin ayranın reolojik özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. En yüksek görünür viskozite ve kıvam indeksi değerinin 43°C sıcaklıkta pH 4.3 değerine kadar inkübe edilen örneklerde elde edildiği bildirilmiştir. Mukoz üreten veya mukoz üretmeyen starter kültür kullanımının viskozite ve serum ayrılması üzerine etkisinin olmadığı da görülmüştür.

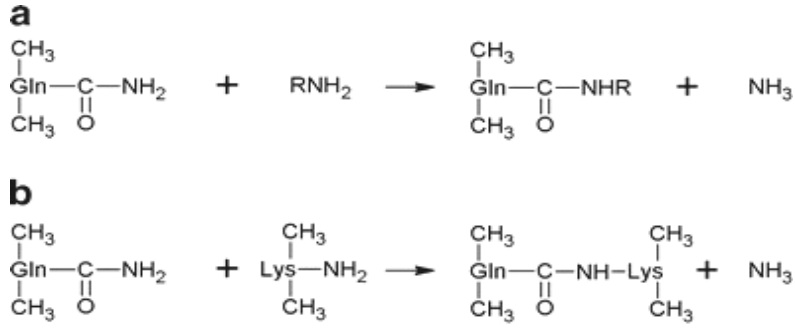
Ayranda enzimatik modifikasyonla fiziksel özelliklerin geliştirilmesi üzerine de farklı çalışmalar yapılmıştır. Tgase enzimi proteinleri çapraz bağlama özelliği nedeniyle bu amaçla kullanılabilir. Bir çalışmada ayran üretiminde 1.0 U/g protein oranında TGase kullanılmasının ayranın duyu niteliklerini olumlu yönde etkilediği ortaya konmuştur (Şanlı 2009). Ayrana benzer şekilde üretilen İran'ın geleneksel içeceği 'Doogh' üretiminde de 1.5 U/g protein oranında Tgase kullanılmasının serum ayrılması ve viskozite değerleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada enzimatik protein modifikasyonunun ürünün fiziksel özelliklerini geliştirdiği belirtilmiştir (Shirkani vd. 2015).

2.3 Fermente Süt Ürünlerinde Transglutaminaz Kullanımı

TGase enzimi ilk kez 1960lı yıllarda Heinrich Waelsch tarafından karaciğer enzimi olarak bulunmuştur. 1980lerde ise özellikle süt proteinlerinin fonksiyonel özelliklerini modifiye etmek amacıyla kullanılmaya başlanmıştır (Özrenk 2006).

TGase enzimi hayvan dokuları ve bitkilerde bulunabildiği gibi mikroorganizmalardan da elde edilebilmektedir (Motoki ve Seguro 1998, Serdaroğlu ve Turp 2003).

Mikrobiyal transglutaminaz enzimi (γ -glutamiltransferaz, E.C.2.3.2.13) *Streptovorticillium mobaraense* türünden elde edilen ve süt proteinleri arasında çapraz bağlar oluşturarak ürünlerde yapısal özelliklerin gelişmesini sağlayan bir enzimdir (Motoki ve Seguro 1998). mTGase enzimi, glutaminin peptid bağlarındaki γ -karboksiamid (verici) ile lizin ϵ -amino grupları (alıcı) arasındaki açıl transferini katalizlemektedir (Lorenzen vd. 2002). Bu çapraz bağlama sonucu süt proteini polimerleri oluşmakta (Şekil 2.4), gıda matriksi daha sık kompartmanlardan oluşmakta ve sonuçta son ürünün su tutma kapasitesi, ısı stabilitesinde artış ve reolojik özelliklerde gelişme görülmektedir.



Şekil 2.4 Transglutaminaz enziminin etki mekanizması (Kieliszek ve Misiewicz 2014).

a. Açıl transferi, b. Çapraz bağlama

Mikrobiyal transglutaminaz enzimi 4-9 arasındaki pH değerlerinde aktivite gösterebilmektedir ve optimum aktivite pH'sı 5-8 aralığındadır. Enzimin optimum gelişme sıcaklığı 50-55°C'dir ve 70°C'de 1-2 dk ısıtım işlemi uygulanması ile inaktif olmaktadır. 10°C sıcaklıkta aktifken, donma sıcaklığına yakın değerlerde düşük aktivite göstermektedir.

Hayvansal TGase enzimi katalitik aktivite için Ca^{+2} iyonuna ihtiyaç duyarken mTGase enzimi kalsiyum ihtiyacı duymamaktadır. TGase enziminin kalsiyuma ihtiyaç duymaması; daha düşük maliyet sağlamanın yanında, birçok protein sisteminin nispeten düşük kalsiyum konsantrasyonlarında presipitasyon eğilimi göstermesine bağlı olarak gıdalarda kullanım alanını genişletmektedir (Siu vd. 2002). TGase enzimini ağır metaller, (Cu^{+2} , Zn^{+2} , Pb^{+2} gibi) sistemindeki tiyol grubunu bağladığı için inhibe etmektedir (Motoki ve Seguro 1998, Yokoyama vd. 2004, Yüksel ve Erdem 2007).

Süt proteinleri arasında kazein, TGase enzimi için etkili bir substrattır. Bunun nedeni glutaminin daha çok polipeptit zincirinin esnek kısımlarında olması ve kazeinlerin serum proteinlerinden daha esnek yapıda olmasıdır (Yüksel ve Erdem 2007). TGase enziminin süt proteinleri üzerine etkisi araştırıldığında en yüksek enzim aktivitesi κ -kazeinde görülürken bunu sırasıyla β -kazein ve α -kazein izlemiştir (Yüksel ve Erdem 2009). Ayrıca TGase enziminin kazeinleri çapraz bağlaması sonrası κ -kazeinin hidrolizinin ve misellerdeki glikomakropeptit kaybının azaldığı görülmüştür (O'Sullivan vd. 2002).

Glutasyon (GSH); çiğ sütte bulunan ve TGase aktivitesini inhibe eden ajanların inaktivasyonunu sağlamak amacıyla kullanılan bir antioksidandır. TGase enzimi ile kazein misellerinin çapraz bağlanması üzerine GSH eklenmesinin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada 0.05-0.1 mM oranında glutasyon ilavesinin TGase ile sağlanan protein polimerizasyonunu % 20-30 civarında arttırdığı görülmüştür. Aynı çalışmada enzim ilavesinin sodyum-kazeinat üzerine etkisinin olmadığı da bildirilmiştir (Bönisch vd. 2007). Ancak farklı bir çalışmada (Mounsey vd. 2005) TGase enzimi kullanımının sodyum kazeinat süspansiyonlarında viskozite ve etanol stabilitesi artışını sağladığı belirtilmiştir. Nonaka vd. (1992) ise sodyum kazeinat üzerine transglutaminaz etkisinin ilave edilen konsantrasyona (10, 50 ve 100 U/g protein oranlarında çalışılmış) bağlı olduğunu bildirmiş, yüksek enzim konsantrasyonlarında daha viskoelastik yapı elde edildiğini ve sertliğin arttığını ancak sıklığın etkilenmediğini ortaya koymuştur.

Benzer şekilde Myllärinen vd. (2007) tüm çalışma sıcaklıklarında (4-50°C) TGase enziminin sodyum-kazeinat jellerinde protein çapraz bağlanması ve yüksek molekül ağırlığına sahip polimer oluşumunu sağladığını bildirmiştir.

TGase enziminin serum proteinleri üzerine etkisi ise daha zayıftır. Enzim, doğal formunda (globüler yapıda) serum proteinlerini iyi bir substrat olarak kullanamamaktadır. Enzimin aktivite gösterebilmesi için yüksek konsantrasyonlarda kullanılması ve uzun süre inkübe edilmesi gerekmektedir (Romeih ve Walker 2017). Ancak dithiothreitol gibi bir indirgeme ajanı kullanımının enzimin serum proteinleri üzerine aktivitesini olumlu yönde etkilediği ortaya konmuştur (Kuraishi vd. 2001, Truong vd. 2004). Nieuwenhuizen vd. (2003) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada da mTGase enziminin serum proteinleri üzerine aktivitesi incelenmiş ve sıcaklık, pH ve Ca^{+2} varlığı/yokluğuna bağlı olarak 8 glutamin 12 lizin kalıntısı içeren α -laktalbuminin sadece 5 lizin ve 5 glutamininin TGase enzimi ile bağlandığı ortaya konmuştur.

Farklı bir çalışmada yine TGase enziminin serum proteinlerini çapraz bağlama özelliği üzerine etkisi araştırıldığında, herhangi bir ön işlem uygulanmadan da enzimin α -laktalbumin ve β -laktoglobulin üzerine uzun süre inkübasyon ile aktivite gösterdiği

bildirilmiştir. Enzim aktivitesi için optimum şartların 5 U/g protein enzim, 36°C'de 240 dk inkübasyon olduğu belirtilmiştir (Gauche vd. 2008).

Serum protein izolatu üzerine TGase enzimi kullanımının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ise (Qi vd. 2015) 20 U/g protein gibi yüksek oranda enzim ilavesinin, 7.5 pH değerinde ve 50°C'de 3 saat inkübasyon ile optimum jel sıklığını sağladığı belirtilmiştir.

Isıl işlem ile serum proteinlerinin denaturasyonu sağlandığında TGase enzimi etkinliğinin daha iyi olduğu belirtilmektedir (Færgemand vd. 1997, Sharma vd. 2001, Anema vd. 2005, Yüksel 2007, Wang 2013). Serum proteinlerine 80°C sıcaklıklarda ön ısıtma uygulanması ve buna ilaveten tuz eklenmesi ile TGase enziminin serum proteinlerinin ısı stabilitesini arttırdığı görülmüştür (Wang 2013).

Wen-qiong vd. (2017) TGase enziminin serum proteinleri üzerine etkisini sadece fiziksel özellikler açısından değil ultrafiltrasyon işlemi sırasında serum proteinlerinin tutunum düzeyine etkisi bakımından da incelemiştir. Araştırmacılar, çalışmalarında farklı sıcaklık normları (30, 35, 40, 45 ve 50°C), enzim konsantrasyonları (20, 40, 60 ve 80 U/g protein), enzim ilavesinden sonraki inkübasyon süreleri (30, 60, 90 ve 120 dk) ve pH değerlerinin (5.0, 6.0, 7.0 ve 8.0) etkilerini araştırmıştır. Elde edilen sonuçlar 40°C sıcaklıkta 60 dk inkübasyon ve 40 U/g protein oranında TGase aktivitesinin ultrafiltrasyon işlemi sırasındaki serum proteini geri kazanımını % 15-20 oranında artırdığını göstermiştir.

Mikrobiyal transglutaminaz ile çapraz bağlanmış süt proteinlerinin emülsifiye edici özellikleri incelendiğinde de yüksek protein oranına (% 1'den daha fazla) sahip çözeltilerin stabil yapıda olduğu ve TGase enziminin etkisinin olmadığı ancak % 0.5'lik protein çözeltilerinde çapraz bağlanan örneklerde emülsiyon stabilitesinin daha iyi olduğu ortaya konmuştur (Færgemand vd. 1998).

TGase enziminin süt ürünlerinde özellikle de yoğurt üretiminde kullanılması üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Aşağıda bu araştırmalar özetlenmiştir:

şanlı vd. (2013) ayran retiminde 1 U/g protein oranında TGase enziminin farklı üretim aşamalarında ilave edilmesinin etkilerini incelemiştir. Bu amaçla TGase enzimi ilavesi starter kültürle birlikte (i) ve pastörizasyondan sonra yapılmıştır. Pastörizasyondan sonra yapılan ilavede 10 dk (ii) ve 60 dk'lık (iii) inkübasyon süreleri uygulanmıştır. Elde edilen veriler ayran retiminde TGase kullanımının serum ayrılması değerini düşürdüğünü ve viskoziteyi arttırdığını gösterirken bileşim özellikleri ile aroma bileşenleri üzerine etkisinin olmadığını ortaya koymuştur. Ayrıca, enzim ilavesinden sonra 50°C'de inkübasyon uygulamasının ürün özellikleri üzerindeki olumlu etkisinin daha da arttığı bildirilmiştir.

Hammadde olarak % 20 ve % 30 oranında peyniraltı suyu (rennet enzimi ilavesiyle 40 dakika pıhtılaştıktan sonra filtre edilerek elde edilmiş) ilave edilmiş süt kullanılarak set tipi yoğurt üretiminde, starter kültür ile birlikte 0.5 U/g protein oranında TGase enzimi kullanımının serum ayrılmasını önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir. Benzer şekilde kıvam indeksi ve tekstür analizi ile elde edilen sertlik değerlerinin de peyniraltı suyu içeren örneklerde daha düşük olduğu ancak TGase enzimi ilavesinin kıvam indeksi ve sertlik değerlerini arttırdığı bulunmuştur (Gauche vd. 2009).

Yine set tipi yoğurtta TGase enziminin serbest ve immobilize formları kullanımının etkisi üzerine yapılan bir çalışmada fiziksel özellikler üzerine en etkili yöntemin serbest formda TGase enzimi ilavesi olduğu görülmüştür. Duyusal zellikler bakımından da depolama süresince (1., 7., 14., ve 21. günlerde) enzim ilaveli tüm örneklerde kontrol örneğinden daha iyi sonuçlar alındığı bildirilmiştir (Mahmood ve Sebo 2012).

Yoğurt üretiminin farklı aşamalarında (kültür ile birlikte, pastörizasyondan önce ve starter kültür ilavesinden önce) TGase enzimi ilave edildiğinde; örneklerin tamamında yoğurdun temel aroma maddesi olan asetaldehit miktarının yakın değerlerde olduğu, duyusal özelliklerin değişmediği ancak pastörizasyondan sonra enzim ilave edilen örneklerde serum ayrılmasının önemli derecede daha düşük olduğu görülmüştür. Elde

edilen sonuçlara göre enzimin pastörizasyondan sonra, kültür ile birlikte katılması tavsiye edilmiştir (Şanlı vd. 2011).

Pıhtısı kırılmış tip yoğurtta TGase enzimi ile birlikte glutatyon ilavesinin etkisi incelendiğinde, fermantasyon süresinin değişmediği ve reolojik özelliklerin geliştiği belirtilmiştir (Bönisch vd. 2007).

TGase enziminin süt ürünlerinde kullanımında enzim aktivitesine dikkat edilmesi gerekmektedir. Enzim starter kültür ile birlikte ilave edildiğinde depolama süresince enzim aktivitesi devam etmekte ve uzun raf ömrüne sahip olgunlaştırılmış peynir gibi ürünlerde yüksek aktivite görülmektedir. Bu gibi durumlarda enzim aktivitesini kontrol altında tutmak adına enzim pastörizasyon aşamasından önce ilave edilerek ısıl işlemin etkisiyle kontrollü inaktivasyon sağlanmalıdır (Kuraishi vd. 2001). TGase enziminin aktivitesinin depolama sırasında sorun yaratmaması amacıyla ısı uygulaması denendiğinde TGase aktivitesinin kontrol altına alınması için uygulanması gereken sıcaklığın 80-90°C/30dk olduğu bildirilmiştir (de Jong vd. 2003).

Farklı bir çalışmada ise peynir üretiminde TGase enziminin aktivitesini kontrol altında tutabilmek için protein standardizasyonu yöntemi denenmiştir (Aaltonen vd. 2014). Bu yöntemde peynir elde edilecek süt ultrafiltrasyon ile % 12 protein oranına getirilmiş ve retentatın bir kısmına TGase enzimi ilave edilmiştir. Daha sonra TGase enzimi ilave edilmeyen diğer sütle birleştirilmiş ve çiğ sütle % 4 protein oranına standardize edilmiştir. Bu yöntemle elde edilen peynir örneklerinin olgunlaşma süresince sertliğinin kontrol örneğine benzer şekilde azalma gösterdiği belirtilmiştir. Aynı zamanda enzim ilave edilen örneklerde kontrol örneğine yakın kimyasal bileşim özelliği gösterdiği belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, protein standardizasyonunun TGase enziminin aktivitesini kontrol altında tutmak amacıyla kullanılabileceğini göstermiştir.

Dinkçi (2012) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada Labneh üretiminde TGase enzimi kullanımının labneh peynirinin mikrobiyolojik, duyu ve tekstürel özellikleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ancak enzim ilavesiyle su tutma kapasitesinin arttığı belirtilmiştir.

Az yağlı Cheddar peynirinin randımanı, kompozisyonu ve fonksiyonel özellikleri üzerine TGase enziminin etkisi araştırıldığında ise proteinlerin çapraz bağlanmasına bağlı olarak su tutma kapasitesinin, pıhtıda kalan protein ve yağ miktarının dolayısıyla da randımanın arttığı ortaya konmuştur. Ancak ileri olgunlaşma sırasında proteinlerin çapraz bağlanmasının proteolizi engellediği ve daha sert bir yapı elde edildiği bildirilmiştir (Hu vd. 2013).

Mahmood ve Sebo (2009) tarafından yürütülen bir çalışmada farklı konsantrasyonlardaki mTGase enziminin yumuşak peynir örnekleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Mikrobiyal transglutaminazın rennetten önce ve rennetle birlikte olmak üzere iki farklı şekilde ilave edildiği bu çalışmada ve rennetle birlikte enzim eklenen örneklerde önemli derecede protein ve yağ kaybının olduğu görülmüştür.

Az sayıda da olsa TGase enzimi ilavesinin süttozu üzerine etkisinin incelendiği araştırmalar da mevcuttur. Bu çalışmalarda; enzim uygulaması yapılmış toz ürünlerden elde edilen jelin daha sert olduğu (Imm vd. 2000), bu ürünlerin, yoğurdun kurumadde artırımında kullanıldığında daha sıkı bir yapı ve daha yüksek su tutma kapasitesi elde edildiği (Guyot ve Kulozik 2011) belirtilmiştir.

2.3 Süt Ürünlerinde Peyniraltı Suyu Kullanımı

Peyniraltı suyu peynir üretiminde pıhtı kesimi sonrası pıhtıdan ayrılan ve teleme dışında kalan sıvı yan ürün olarak tanımlanmaktadır (Mert vd. 2016). Peyniraltı suyunun bazı özellikleri çizelge 2.2’de verilmiştir. TÜİK verilerine göre 2016 yılında tüm peynir tipleri ele alındığında toplam 1.315.387 ton peynir üretilmiştir (Anonim 2017b). Peynir üretiminde randımanın yaklaşık % 10 olduğu düşünülürse yılda ~11.2 milyon ton gibi yüksek miktarlarda peyniraltı suyu elde edilmektedir. Büyük işletmeler peyniraltı suyunu toz haline getirerek değerlendirirken, orta ve küçük ölçekli işletmeler peyniraltı suyunu değerlendirmemektedir. Türkiye’de bulunan küçük ve orta ölçekli işletme sayısı göz önünde bulundurulduğunda elde edilen peyniraltı suyunun büyük kısmının değerlendirilmediği görülmektedir.

Çizelge 2.2 Peyniraltı suyunun bazı özellikleri (Akal vd. 2016)

pH değeri	6.46±0.05
Titrasyon asitliği (°SH)	4.96±0.07
Yağ içeriği (%)	1.40±0.01
Kül içeriği (%)	0.50±0.00
Toplam kurumadde içeriği (%)	7.45±0.03

Peyniraltı suyu içerdiği serum proteinlerinin aşağıda verilen özellikleri nedeniyle yüksek besin değerine sahiptir. Serum proteinleri;

- Esansiyel amino asit içeriği (Gürsel 2015),
- Yüksek biyolojik değere sahip olması (Hoffman ve Falvo 2004),
- Antioksidan aktivitesi (Pazos vd. 2006, Bayram vd. 2008, Zhang vd. 2012, Ortega vd. 2015)
- ACE-inhibisyon özelliği (Pihlanto-Leppela vd. 1998, Pihlanto-Leppela vd. 2000, Pihlanto-Leppela 2001, Power vd. 2014, Lacroix vd. 2016)
- Antikarsinojenik etkisi (Yerlikaya vd. 2010, Attaallah vd. 2012)
- Antimikrobiyal etkisi (Pellegrini vd. 1999, Pellegrini vd. 2001, Oevermann vd. 2003, Theolier vd. 2013).
- Bağışıklık güçlendirici etkisi (Bounous vd. 1991),
- Kemik güçlendirici etkisi (Cornish 2004, Cornish vd. 2004, Naot vd. 2005) ve
- Vitamin bağlama etkisi (Gregory 1954) nedeniyle çok önemli süt proteinleridir.

Sağlık üzerine potansiyel olumlu etkilerinin yanında peyniraltı suyu proteinleri birçok fonksiyonel özelliğe de sahiptirler. Serum proteinlerinin en önemli fonksiyonel özelliği jel oluşturmalarıdır (Mleko ve Gustaw 2002). Jel oluşturmanın yanı sıra köpük oluşturma, özellikle denature formda yüksek su tutma kapasitesine sahip olma (Özen ve Kılıç 2007), viskoelastikiyet sağlama, lipid bağlama da (Karagözlü ve Bayarer 2004) yine önemli özellikler arasındadır.

Peyniraltı suyunun insan sağlığına olumlu etkileri ve fonksiyonel özellikleri göz önünde bulundurulduğunda değerlendirilmesinin önemi daha da artmaktadır. Peyniraltı suyunun değerlendirilmesi amacıyla farklı ürünlerde kullanımı üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Toz haline getirilen peyniraltı suyunun en yaygın kullanım alanı yoğurt üretimidir. Yoğurda sıkı bir yapı kazandırmak ve serum ayrılmasını azaltmak amacıyla kurumadde arttırma yöntemi olarak yoğurt üretiminde peyniraltı suyu tozu ilavesi uygulanmaktadır (Özer 2006).

Laiho vd. (2017) tarafından yürütölen bir çalışmada serum proteinlerinin etkisini ortaya koymak amacıyla set tipi yağsız yoğurt üretiminde, peyniraltı suyu izolatu kullanılarak 80:20 olan kazein:serum proteinleri oranının 70:30, 60:40 ve 50:50 olarak ayarlanması ile elde edilen yoğurt örneklerinin özellikleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda serum proteini oranının artmasıyla yoğurdun daha sıkı bir protein ağına sahip olduğu ancak büyük protein kümeleri oluşumuna bağlı olarak daha heterojen bir yapı elde edildiği bildirilmiştir. Kazein:serum proteini oranının 70:30'a ayarlanması durumunda tüketici kabul edilebilirliği açısından bir fark görülmezken, daha yüksek serum proteini oranlarında duysal özelliklerin olumsuz yönde etkilendiği ortaya konmuştur.

Farklı bir çalışmada ise, set tipi az yağlı yoğurt üretiminde kazein:serum proteini oranını 3:1, 2:1 ve 1:1 olacak şekilde peyniraltı suyu konsantratu kullanımının yoğurdun reolojik özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Elde edilen veriler 2:1 ve 1:1 oranında kazein:serum proteini içeren yoğurt örneklerinin daha iyi reolojik özelliklere (daha yüksek depo modölü, kayma eğiği (yield point), daha kısa jelleşme süresi ve daha sıkı yapı) sahip olduğunu göstermiştir (Zhao vd. 2016).

Kazein:serum proteini oranının 60:40 ve 40:60 değerlerine getirilerek elde edilen pıhtısı kırılmış tip az yağlı yoğurt üretiminin denendiği bir çalışmada, serum proteini oranının artmasına bağlı olarak daha yüksek viskozite ve sıkı yapı ile daha büyük partiköl yapısı elde edildiği belirtilmiştir. Yağı azaltılmış yoğurt üretiminde, yağın eksikliğinden

kaynaklanan tekstürel bozuklukların kazein:serum proteini oranını 60:40'a ayarlayarak giderilebileceği ortaya konmuştur (Krzeminski vd. 2011).

Pıhtısı kırılmış tip yağsız yoğurt üretiminde farklı oranlarda (% 4.71, 4.90, 5.04, 5.14 protein içerecek şekilde) peyniraltı suyu konsantratu, yağsız süttozu ve sodyum kazeinat kullanımının etkisi incelendiğinde ise peyniraltı suyu konsantratu ilavesinin fermantasyon süresini etkilemediği görülmüştür. En sıkı yapıya sodyum kazeinat ilaveli yoğurtta rastlandığı bildirilmiştir (Damin vd. 2009).

Probiyotik yoğurt üretiminde peyniraltı suyu konsantratu, yağsız süttozu ve sodyum kazeinat ilavesinin denendiği bir araştırmada, en iyi reolojik özelliğe sahip yoğurt eldesini süttozu ilave edilen örneklerin verdiği belirtilmiştir (Marafon vd. 2011). Ancak benzer şekilde gerçekleştirilen farklı bir çalışmada kazeinat ilave edilen probiyotik yoğurt örneklerinin daha yüksek viskozite ve sertlik değerlerine sahip olduğu ortaya konmuştur (Akalin vd. 2012).

Çiftçi vd. (1997) tarafından yürütülen bir çalışmada peyniraltı suyundan yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Kurumadde artırımı amacıyla süttozu ilave edilmiş ve farklı miktarlarda starter kültür kullanılmıştır. Bir saatlik inkübasyon sonunda % 6 oranında starter kültür ve % 6 oranında süttozu kullanılan yoğurt örneklerinin standartlara uygun olduğu ve serum ayrılmasının daha düşük olduğu bildirilmiştir.

Peyniraltı suyu yüksek oranda mineral madde içermektedir. Yapılan çalışmalarda peyniraltı suyunun % 0.02-0.06 kalsiyum, % 0.03-0.1 fosfat, % 0.01 magnezyum, % 0.1 potasyum ve % 0.4 sodyum içerdiği ortaya konmuştur (Dinçoğlu ve Ardıç 2012, Nishanthi vd. 2017). Yoğurt üretiminde mineral içeriğinden bağımsız olarak protein etkisini araştırmak amacıyla Penna vd. (1997) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada demineralize peyniraltı suyu tozu kullanılmıştır. Araştırma sonucunda toz ilavesinin yoğurdun konsistensi üzerine önemli bir etkisi olduğu ve ürünün en iyi görünüş özelliğine % 1.4-1.6 oranında peyniraltı suyu tozu ilaveli örneklerde rastlandığı bildirilmiştir.

Süt ürünleri üretiminde, serum proteinlerinin kullanımı sadece denatüre formdayken yapıyı iyileştirmektedir. Yapılan çalışmalarda doğal yapıdaki serum proteinlerinin kullanılmasının yapı üzerindeki etkisinin zayıf olduğu görülmüştür (Lucey vd. 1999).

Guggisberg vd. (2007) tarafından yürütülen bir çalışmada, peyniraltı suyu proteini ilave edilmiş set tipi yoğurtların reolojik özellikleri incelenmiştir. Örneklere % 2 oranında yağsız süttozu ile % 3, 6, 9 ve 12 oranında peyniraltı suyu tozu homojenizasyon işleminden önce ilave edilmiştir. Üretim sonunda peyniraltı suyu proteini ilave edilen örneklerin inkübasyon sürelerinin daha uzun olduğu belirtilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek pH ve toplam protein değerleri % 12 oranında peyniraltı suyu proteini içeren örneklerde görülmüştür.

Probiyotik ayrana serum proteini fraksiyonları ilavesi üzerine yürütülen bir araştırmada, peyniraltı suyu konsantratu, % 50 demineralize peyniraltı suyu konsantratu ve peyniraltı suyu protein tozu ayran üretiminde kullanılmıştır. Peyniraltı suyu konsantratu ilavesinin prebiyotik etki göstererek probiyotik olarak ilave edilen *Lb. acidophilus* miktarını önemli derecede arttırdığı bildirilmiştir (Ayar ve Burucu 2013).

Dondurma üretiminde yağsız süttozu yerine peyniraltı suyu tozu veya konsantratu kullanılmaktadır. Dondurma kalitesi üzerine peyniraltı suyu konsantratu kullanımının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada süttozu yerine belirli oranlarda (% 10, 20, 30 ve 40) peyniraltı suyu konsantratu kullanımının dondurmanın duyu özellikleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ortaya konmuştur (Pandiyan vd. 2012).

Fermente süt ürünlerinden biri olan kefir üretiminde peyniraltı suyu konsantratu kullanılmasının ürünün bazı özellikleri üzerine etkisi incelendiğinde de peyniraltı suyu konsantratu ilavesinin kefirin viskozite değerini artırdığı bildirilmiştir. Ayrıca aynı çalışmada peyniraltı suyu konsantratu ilavesinin fermantasyon süresini kısalttığı ve laktik asit konsantrasyonunu artırdığı ortaya konmuştur (Dimitreli vd. 2013).

Farklı bir araştırmada da yine kefir özellikleri üzerine peyniraltı suyu tozu, süttozu ve yayıkaltı tozunun etkisi araştırılmıştır. En yüksek duyusal değerlendirme puanlarına süttozu ve yayıkaltı tozu eklenen kefir örneklerinde ulaşılmış ve peyniraltı suyu tozu kullanımının kefirde lezzet farklılıklarına yol aması nedeniyle tercih edilmemesi tavsiye edilmiştir (Ersoy ve Uysal 2003).

Yağsız fermente süt ieeğinin fiziksel özellikleri üzerine peyniraltı suyu proteini ilavesinin etkisi de benzer şekilde olmuştur. Üretimde, % 6 kurumaddeye sahip olacak şekilde hazırlanan ieeklere % 0.5-3.0 oranında peyniraltı suyu proteini konsantratu eklenmiş ve % 0.1 oranında stabilizer madde kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, peyniraltı suyu proteini konsantratu ilavesinin ürünün kıvam indeksi değerini arttırdığını, akış davranış indeksi değeri ile serum ayrılması değerini düşürdüğünü göstermiştir. Ancak yararlı etki görülebilmesi için kazein ve serum proteini oranının kritik olduğu bildirilmiştir. Kazeinlerin yapı oluşmasında temel rol oynadığı ve maksimum % 2 oranındaki serum proteinlerinin bu yapıyı desteklediği belirtilmiştir. Daha yüksek serum proteini oranında yapı zayıflamıştır (zen ve Kılıç 2009).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Süt

Ayran üretiminde kullanılan inek sütü Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Eğitim, Araştırma ve Uygulama İşletmesinden alınmıştır.

3.1.2 Peyniraltı suyu tozu

Denemede Enka Süt ve Gıda Mamulleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından üretilen demineralizasyon işlemi uygulanmamış peyniraltı suyu tozu kullanılmıştır.

3.1.3 Starter kültür

Denemede Chr. Hansen firması tarafından üretilen, sınırlı ekzopolisakkarit üretimi olan ve orta aromalı fermente süt ürünü (yoğurt, ayran vb.) kültürü olarak bilinen “YO-FLEX YC X16” starter kültürü kullanılmıştır. Firma beyanına göre YC X16 kültürü *Str. thermophilus* ve *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* içeren karışık kültürdür.

3.1.4 Transglutaminaz enzimi

Ayran üretiminde Ajinomoto firmasından temin edilen ve yoğurt için tavsiye edilen “Transglutaminaz Activa-MP” enzimi kullanılmıştır.

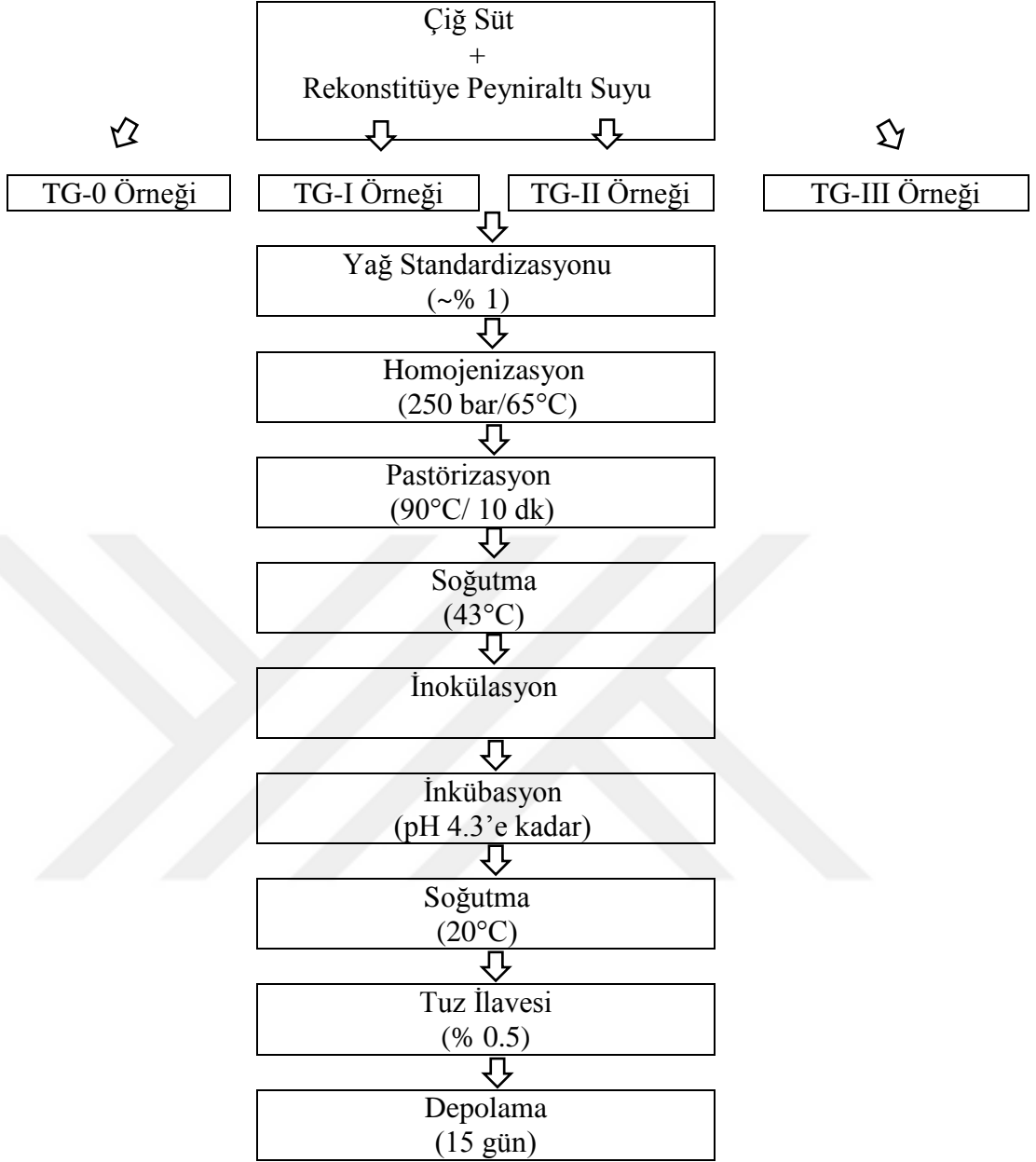
3.2 Ayran Üretim Yöntemi

Türkiye’de ayran üretimi ya su ilavesi ile seyreltilerek standardize edilen sütün direkt fermantasyonuyla ya da önce sütün yoğurda işlenmesi daha sonra da yoğurda su ilave edilerek ayrana dönüştürülmesi yöntemleri ile yapılmaktadır. Yapılan çalışmalarda sütü

seyreltme yönteminin ayran üretiminde daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir (Şanlı 2009, Koçak vd. 2006). Bu nedenle çalışmada ayran üretimi sütü seyreltme yöntemiyle yapılmıştır.

Araştırma iki farklı uygulama üzerinden yürütülmüştür. Birinci uygulamada, ayranın Türk Gıda Kodeksi'nin 2009/25 numaralı "Fermente Süt Ürünleri Tebliği"ne (Anonim 2009) göre içermesi gereken en düşük protein oranının (% 2) ön denemelerle belirlenen oranları (% 5, % 10 ve % 15), sütü seyreltme amacıyla kullanılan ve peyniraltı suyu tozundan değişik konsantrasyonlarda hazırlanan rekonstitüye peyniraltı suyundan sağlanmıştır. Bu amaçla yapılan hesaplamalar sonucunda miktarı belirlenen peyniraltı suyu tozu, aynı şekilde süte katılan miktarı hesaplamalar sonucu belirlenen su içerisinde çözündürülerek rekonstitüye peyniraltı suyu hazırlanmıştır. İkinci uygulamada ise ayranın protein oranını % 2'ye ayarlayacak şekilde kullanılan su miktarının % 25, % 50 ve % 75'i yerine peyniraltı suyu tozundan normal peyniraltı suyu özelliklerinde hazırlanan rekonstitüye peyniraltı suyu kullanılmıştır. Peyniraltı suyu, peyniraltı suyu tozundan % 7 kurumadde içerecek şekilde hazırlanmıştır.

Araştırmada ayrıca ön denemeler ile ilave edilecek en uygun TGase miktarı belirlenmiştir. Bu amaçla ayran üretiminde TGase enzimi kullanılan bir çalışmada (Şanlı 2009) kullanılan enzim oranı (1 U/ g protein) esas alınarak 0.5 - 2 U/g protein arasında farklı oranlar starter kültür ile birlikte ilave edilerek denenmiş ve seyreltme amacıyla en yüksek oranda peyniraltı suyu kullanılan ayran üretimi için en uygun enzim miktarı belirlenmiştir (Şekil 3.1). Ayran üretiminde en uygun TGase oranını belirlemek için yapılan ön denemede elde edilen ayran örneklerinin genel bileşimi çizelge 3.1'de verilmiştir. Ayran örneklerinin 15 günlük depolama süresince pH değeri, laktik asit ve serum ayrılması değerleri çizelge 3.2'de, duyuusal değerlendirme sonuçları şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Farklı oranlarda transglutaminaz enzimi ilave edilerek gerçekleştirilen rekonstitüye peyniraltı suyu ilaveli* ayran üretimi

TG-0: Transglutaminaz ilavesi olmayan örnek

TG-I Örneği: 0.5 U/g protein oranında transglutaminaz enzimi ilave edilen örnek

TG-II Örneği: 1.0 U/g protein oranında transglutaminaz enzimi ilave edilen örnek

TG-III Örneği: 1.5 U/g protein oranında transglutaminaz enzimi ilave edilen örnek

*: Birinci uygulamanın en yüksek miktarda peyniraltı suyu içeren (X3) örneği üretilmiştir.

Çizelge 3.1 Birinci ön deneme ayran örneklerinin genel bileşimi, g/100g

	Yağ	Tuz	Toplam Protein	Kurumadde	Kül
K	1.0±0.00	0.55±0.05	1.97±0.00	6.82±0,15	0.87±0,06
TG-0	1.0±0.00	0.55±0.05	1.99±0.00	8.91±0,02	1.02±0,02
TG-I	1.0±0.00	0.53±0.03	2.01±0.00	8.88±0,23	1.11±0,03
TG-II	1.0±0.00	0.53±0.03	1.99±0.00	8.84±0,18	1.08±0,05
TG-III	1.0±0.00	0.50±0.00	2.01±0.00	8.82±0,13	1.07±0,05

K: Kontrol örneği (peyniraltı suyu ve enzim içermeyen örnek)

TG-0: 0.0 U/g protein enzim içeren ayran örneği

TG-I: 0.5 U/g protein enzim içeren ayran örneği

TG-II: 1.0 u/g protein enzim içeren ayran örneği

TG-III: 1.5 u/g protein enzim içeren ayran örneği

Çizelge 3.2 Birinci ön deneme örneklerinin bazı özellikleri, g/100g

	Depolama	pH değeri	Titirasyon Asitliği	Serum Ayrılması
K	1. Gün	4.28±0.03	21.02±0.40	11.5±2.0
	7. Gün	4.12±0.04	22.71±0.14	25.0±3.5
	15. Gün	4.08±0.02	24.06±0.42	27.5±4.5
TG-0	1. Gün	4.39±0.00	22.03±0.81	10.0±2.5
	7. Gün	4.26±0.03	22.48±1.18	22.0±4.0
	15. Gün	4.13±0.01	24.62±2.04	23.0±2.0
TG-I	1. Gün	4.38±0.03	22.42±0.29	2.50±0.5
	7. Gün	4.24±0.03	23.60±0.15	10.0±3.0
	15. Gün	4.17±0.01	24.37±0.97	18.5±3.5
TG-II	1. Gün	4.37±0.00	22.07±0.86	2.75±1.3
	7. Gün	4.27±0.05	23.96±0.98	13.0±2.0
	15. Gün	4.12±0.00	24.81±0.57	20.0±2.5
TG-III	1. Gün	4.40±0.02	21.38±1.87	6.50±1.5
	7. Gün	4.25±0.03	22.49±1.59	16.0±2.0
	15. Gün	4.14±0.00	24.62±0.58	21.5±3.5

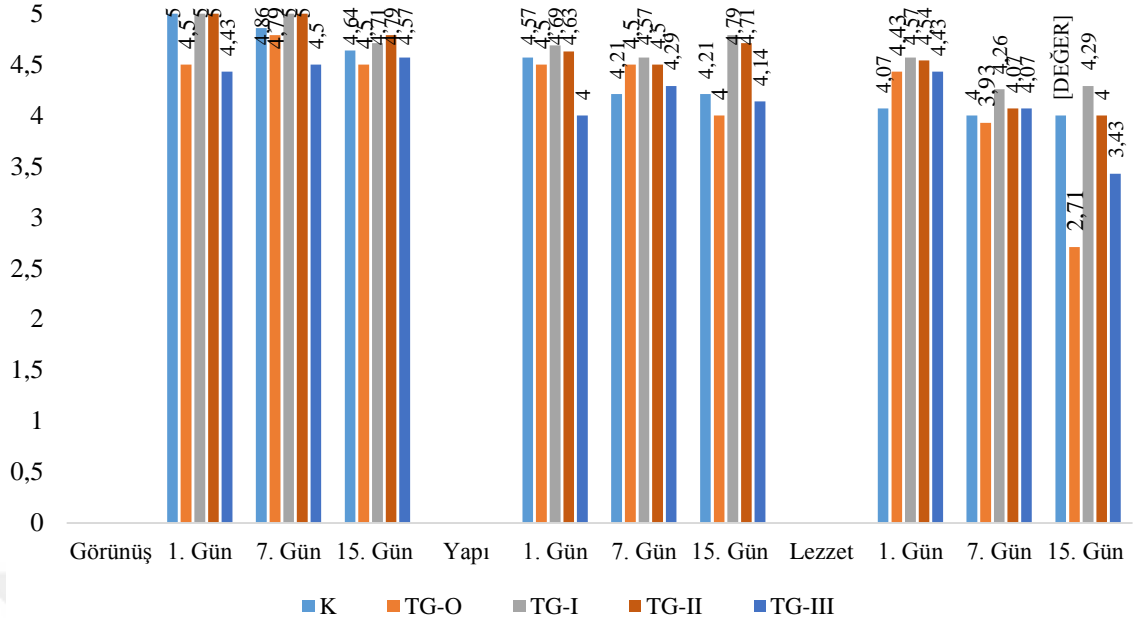
K: Kontrol örneği (peyniraltı suyu ve enzim içermeyen örnek)

TG-0: 0.0 U/g protein enzim içeren ayran örneği

TG-I: 0.5 U/g protein enzim içeren ayran örneği

TG-II: 1.0 u/g protein enzim içeren ayran örneği

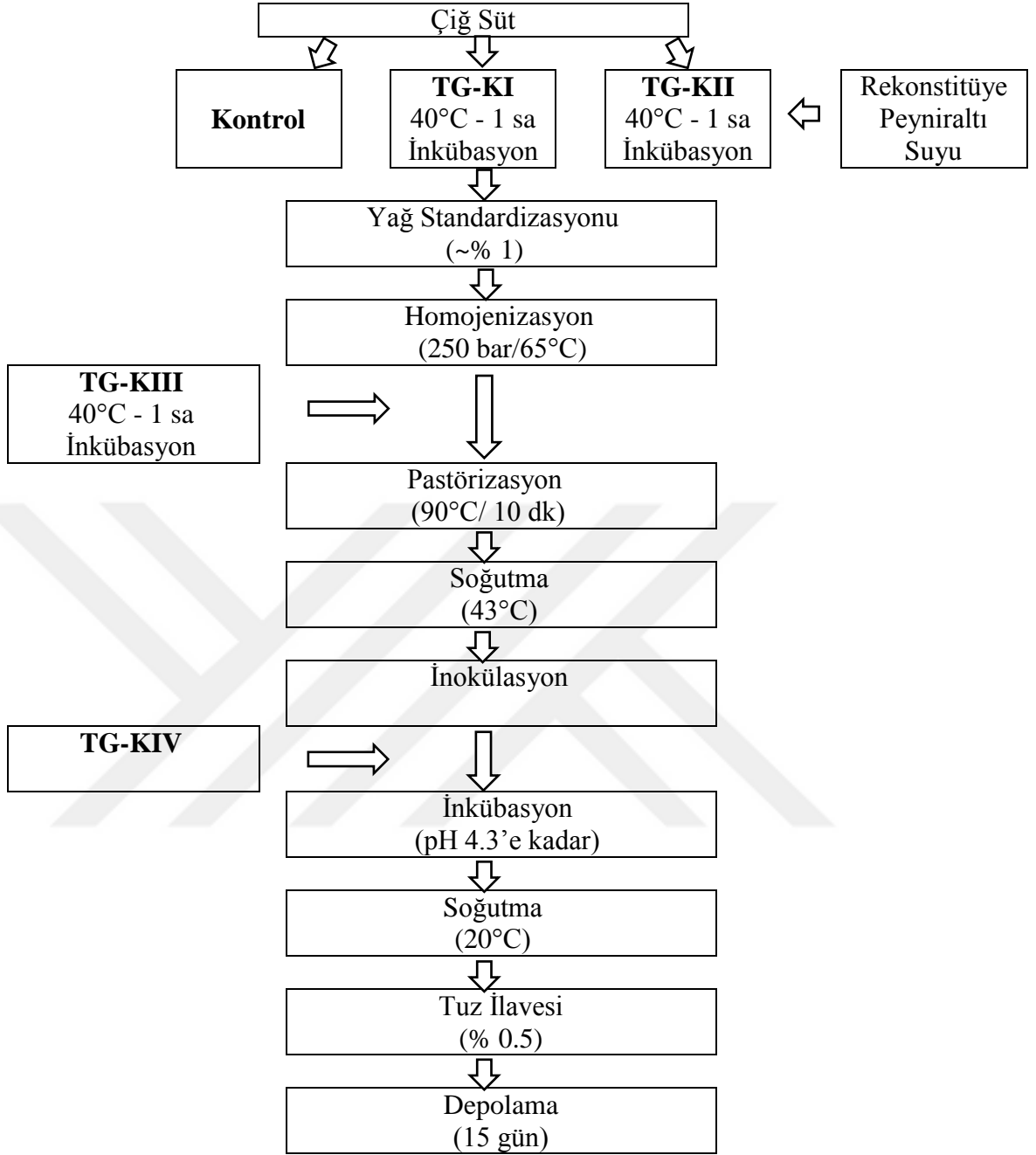
TG-III: 1.5 u/g protein enzim içeren ayran örneği



Şekil 3.2 Birinci ön deneme ayran örneklerinin duyuşal değerlendirme sonuçları

Ayran üretiminde kullanılacak olan TGase enziminin belirlenmesine yönelik olarak gerçekleştirilen ön denemelerden elde edilen sonuçlara göre kullanılan enzim oranı bileşim özelliklerinde ve asitlik değerlerinde önemli bir değişime neden olmamıştır. Ayran üretiminde en uygun TGase enzimi kullanım oranına serum ayrılması ve duyuşal değerlendirme sonuçları göz önünde bulundurularak karar verilmiştir. Buna göre en düşük serum ayrılması değerleri 0.5 U/g protein transglutaminaz enzimi içeren ayran örneklerinde elde edilmiştir. Yine benzer şekilde görünüş, yapı ve lezzet açısından da 0.5 ve 1.0 U/g protein TGase enzimi içeren ayran örnekleri daha yüksek puan almıştır. Bu sonuçlara göre peyniraltı suyu kullanılarak üretilmiş ayran örnekleri için en uygun TGase enzimi oranının 0.5 U/g protein olduğuna karar verilmiştir.

İlave edilecek TGase miktarı belirlendikten sonra seyreltme amacıyla belirli oranlarda peyniraltı suyu kullanılan ayran üretiminde transglutaminaz enziminin farklı katım aşamalarındaki etkileri incelenmiştir (Şekil 3.3). Bu amaçla TGase enzimi üretimin başında çiğ süte, rekonstitüe peyniraltı suyuna ve pastörizasyon sonrasında süte katılarak ayranın fiziksel özellikleri üzerine etkisi gözlenmiştir.



Şekil 3.3 Rekonstitüye peyniraltı suyu ilaveli* ayran üretiminde farklı aşamalarda transglutaminaz enziminin ilave edilmesi

K : Kontrol örneği (enzim içermeyen)

TG-KI: TGase enzimi çiğ süte ilave edilip inkübasyondan sonra peyniraltı suyu ile karıştırılan örnek

TG-KII: TGase enzimi rekonstitüye peyniraltı suyuna ilave edilip inkübasyondan sonra sütle karıştırılan örnek

TG-KIII: TGase enzimi pastörizasyondan önce ilave edilip inkübasyondan sonra pastörize edilen örnek

TGase-KIV: TGase enzimi pastörizasyondan sonra starter kültürle birlikte ilave edilen örnek

*: Birinci uygulamanın en yüksek miktarda peyniraltı suyu içeren (X3) örneği üretilmiştir.

TGase enziminin katım aşamasının araştırıldığı ön deneme örneklerinin genel bileşimi çizelge 3.3'te, 15 günlük depolama süresince pH değeri, laktik asit ve serum ayrılması değerleri çizelge 3.4'te, duyuusal değerlendirme sonuçları şekil 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.3 İkinci ön deneme ayran örneklerinin genel bileşimi, g/100g

	Yağ	Tuz	Toplam Protein	Kurumadde	Kül
K	1.0±0.00	0.54±0.05	2.03±0.00	8.69±0.02	1.07±0.03
TG-KI	1.0±0.05	0.55±0.05	2.02±0.00	8.98±0.05	1.05±0.05
TG-KII	1.0±0.00	0.53±0.00	2.03±0.00	8.93±0.12	1.03±0.03
TG-KIII	1.0±0.05	0.54±0.05	2.03±0.00	8.95±0.08	1.06±0.05
TG-KIV	1.0±0.00	0.55±0.00	2.04±0.00	8.87±0.09	1.10±0.02

K: Kontrol örneği (enzim içermeyen)

TG-KI: TGase enzimi çiğ süte ilave edilip inkübasyondan sonra peyniraltı suyu ile karıştırılan örnek

TG-KII: TGase enzimi rekonstitüye peyniraltı suyuna ilave edilip inkübasyondan sonra sütle karıştırılan örnek

TG-KIII: TGase enzimi pastörizasyondan önce ilave edilip inkübasyondan sonra pastörize edilen örnek

TG-KIV: TGase enzimi pastörizasyondan sonra starter kültürle birlikte ilave edilen örnek

Çizelge 3.4 İkinci ön deneme ayran örneklerinin bazı özellikleri

	Depolama	pH değeri	Titrasyon Asitliği (°SH)	Serum Ayrılması (%)
K	1. Gün	4.61±0.02	23.04±0.07	3.0±2.0
	7. Gün	4.35±0.03	24.95±0.41	11.0±2.0
	15. Gün	4.41±0.02	24.39±0.41	16.5±3.5
TG-KI	1. Gün	4.63±0.02	22.97±0.51	21.0±4.0
	7. Gün	4.41±0.03	24.91±0.24	25.0±3.0
	15. Gün	4.42±0.02	25.66±0.06	27.0±3.0
TG-KII	1. Gün	4.56±0.01	23.14±0.05	17.0±1.0
	7. Gün	4.42±0.01	24.65±0.30	23.5±0.5
	15. Gün	4.41±0.02	25.73±0.17	26.0±1.0
TG-KIII	1. Gün	4.60±0.02	23.63±0.09	1.00±0.0
	7. Gün	4.37±0.01	24.16±0.12	10.5±2.5
	15. Gün	4.43±0.06	25.68±0.16	15.0±3.0
TG-KIV	1. Gün	4.54±0.03	24.82±0.15	1.00±0.0
	7. Gün	4.47±0.02	24.94±0.12	5.50±0.5
	15. Gün	4.44±0.01	25.47±0.17	8.00±1.0

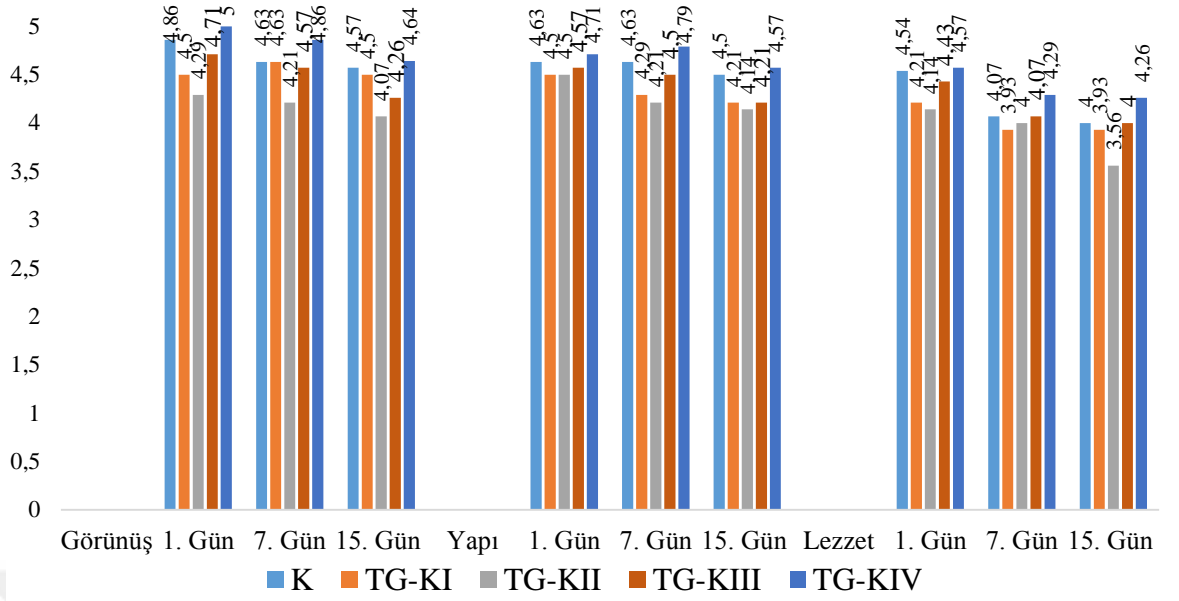
K: Kontrol örneği (enzim içermeyen)

TG-KI: TGase enzimi çiğ süte ilave edilip inkübasyondan sonra peyniraltı suyu ile karıştırılan örnek

TG-KII: TGase enzimi rekonstitüye peyniraltı suyuna ilave edilip inkübasyondan sonra sütle karıştırılan örnek

TG-KIII: TGase enzimi pastörizasyondan önce ilave edilip inkübasyondan sonra pastörize edilen örnek

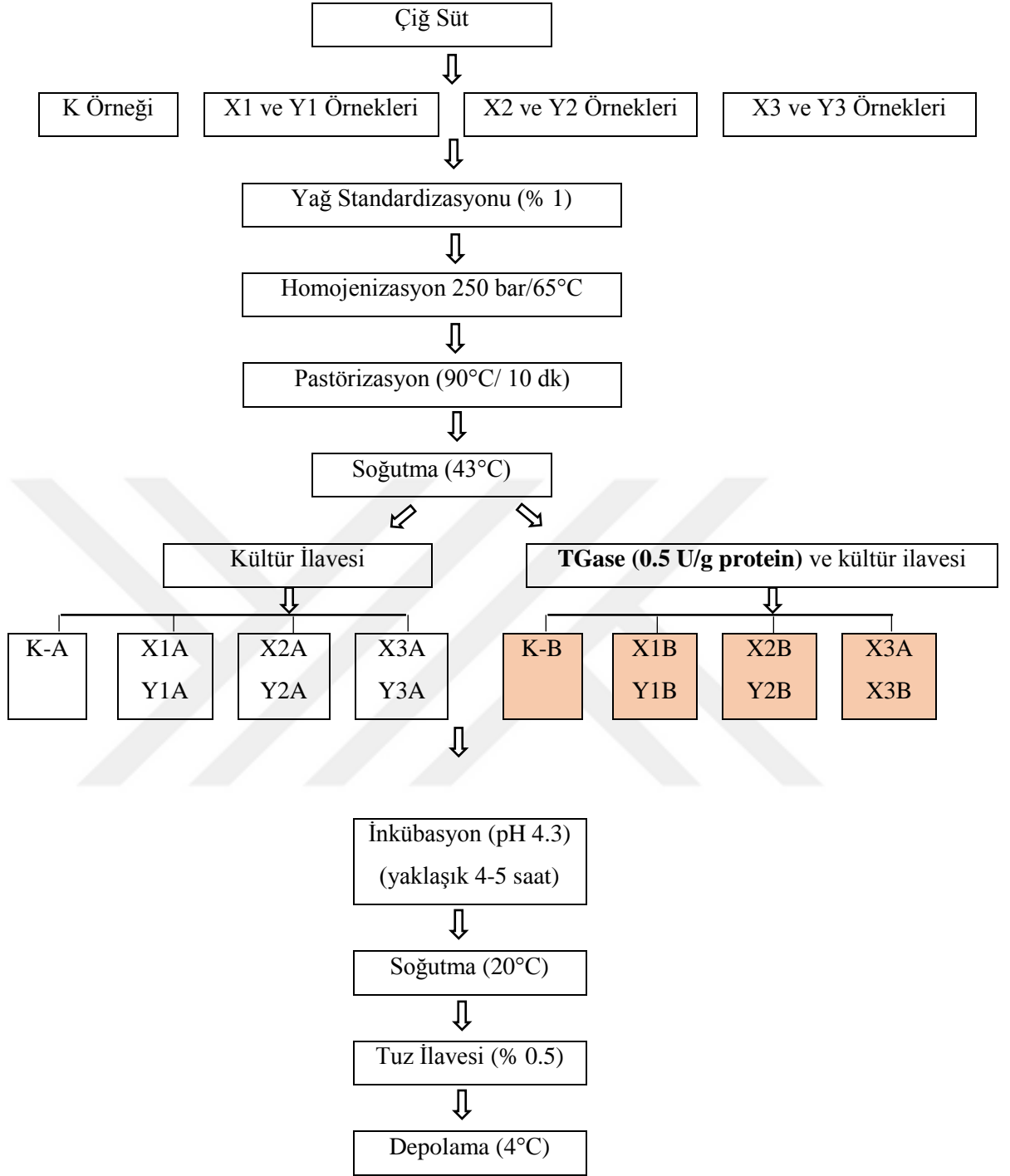
TG-KIV: TGase enzimi pastörizasyondan sonra starter kültürle birlikte ilave edilen örnek



Şekil 3.4 İkinci ön deneme örneklerini duyuşal değerlendirme sonuçları

TGase enziminin ilave edileceği en uygun aşamanın belirlenmesi amacıyla geręekleştirilen ön denemelerde TGase enzimi starter kültür ile birlikte katıldığında faz ayrılması düşüşü üzerine daha fazla etkisinin olduğu ve duyuşal değerlendirmede daha yüksek puanlar aldığı görülmüştür. Bu nedenle peyniraltı suyu kullanılarak elde edilen ayran örnekleri için TGase enziminin pastörizasyondan sonra starter kültür ile birlikte ilave edilmesinin daha etkili olduğu ortaya konmuştur.

TGase enziminin seyreltme amacıyla belirli oranlarda peyniraltı suyu kullanılan ayran üretiminde uygun katım oranı ve katım aşaması belirlendikten sonra yukarıda belirtilen iki uygulama için de hem TGase enzimi kullanılarak hem de enzimsiz (Şekil 3.5) ayran üretimi geręekleştirilmiştir.



Şekil 3.5 Deneme örneklerinin üretimi

Örnek kodları çizelge 3.5’te verilmiştir.

Çizelge 3.5 Örnek kodları

Kod	Örnek
K-A	Kontrol örneği (PAS ve TGase içermeyen)
K-B	0.5 U/g protein TGase ilaveli kontrol örneği (PAS içermeyen)
I. Uygulama Örnekleri	
(Bu uygulamalarda istenilen oranda proteini karşılayacak miktarda alınan peyniraltı suyu tozu rekonstitüye peyniraltı suyuna dönüştürülerek kullanılmıştır.)	
X1A	Ayranın protein içeriğinin % 5’i PAS tozundan karşılanan enzim ilavesiz örnek
X1B	Ayranın protein içeriğinin % 5’i PAS tozundan karşılanan 0.5 U/g protein enzim ilaveli örnek
X2A	Ayranın protein içeriğinin % 10’u PAS tozundan karşılanan enzim ilavesiz örnek
X2B	Ayranın protein içeriğinin % 10’u PAS tozundan karşılanan 0.5 U/g protein enzim ilaveli örnek
X3A	Ayranın protein içeriğinin % 15’i PAS tozundan karşılanan enzim ilavesiz örnek
X3B	Ayranın protein içeriğinin % 15’i PAS tozundan karşılanan 0.5 U/g protein enzim ilaveli örnek
II. Uygulama Örnekleri	
(Bu uygulamalarda peyniraltı suyu tozundan % 7 kurumadde içeren peyniraltı suyu hazırlanmış ve bunlardan belirtilen oranlarda örneklerle ilave edilmiştir.)	
Y1A	Kullanılan seyreltme sıvısının % 25’i PAS olan enzim ilavesiz örnek
Y1B	Kullanılan seyreltme sıvısının % 25’i PAS olan 0.5 U/g protein enzim ilaveli örnek
Y2A	Kullanılan seyreltme sıvısının % 50’si PAS olan enzim ilavesiz örnek
Y2B	Kullanılan seyreltme sıvısının % 50’si PAS olan 0.5 U/g protein enzim ilaveli örnek
Y3A	Kullanılan seyreltme sıvısının % 75’i PAS olan enzim ilavesiz örnek
Y3B	Kullanılan seyreltme sıvısının % 75’i PAS olan 0.5 U/g protein enzim ilaveli örnek

Araştırma 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. 4°C’de depolanan örneklerde 1., 7. ve 15. gün analizleri yapılmıştır.

3.3 Uygulanan Analizler

3.3.1 Süte uygulanan analizler

Ayran üretiminde kullanılan süte uygulanan analizler aşağıda verilmiştir.

3.3.1.1 Toplam kurumadde

Gravimetrik yöntemle belirlenmiştir. 100°C sıcaklığa ayarlanmış etüvde yaklaşık 2 saat bekletilen kurutma kapları desikatörde soğutularak tartılmıştır. Darası belirlenen kurutma kaplarına yaklaşık 5 g örnek tartılmıştır. 100°C sıcaklıktaki etüve yerleştirilen kurutma kapları 2-3 saat süreyle tartılmıştır. İki tartım arasındaki fark 0.0005 g'dan az olunca tartıma son verilerek kurumadde değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Anonim 2002).

$$\text{Toplam Kurumadde} = \frac{M_1 - M}{M_2 - M} \times 100$$

M₁: Kurutma kabı ve kurumadde kütlesi, g

M: Kurutma kabı kütlesi, g

M₂: Kurutma kabı ve örnek kütlesi, g

3.3.1.2 Yağ içeriği

TS 8189'a göre süt bütirometresi kullanılarak Gerber metodu ile % olarak tespit edilmiştir (Anonim 1990).

3.3.1.3 Titrasyon asitliği

Titrasyon yöntemi ile TS 1018'e göre Soxhlet-Henkel (°SH) olarak belirlenmiş ve % laktik asit (% LA) biriminden hesaplanmıştır (Anonim 2002).

3.3.1.4 pH-değeri

Birleşik elektrotlu dijital pH-metre (Hanna HI 83141 model) ile belirlenmiştir.

3.3.1.5 Toplam protein içeriği

Kjeldahl balonlarına 1 g örnek tartılmıştır. Üzerine katalizör olarak 1 mL CuSO₄, 1 ölçek K₂SO₄ ve derişik (% 98'lik) H₂SO₄ ilave edilmiştir. Bu şekilde berrak beyaz renk elde edilinceye kadar yakma ünitesinde bekletilmiştir. Destilasyon işlemini takiben kesin normalitesi bilinen 0.05 N HCl ile titre edilmiştir. Toplam azot değeri aşığıdaki formül ile hesaplanmıştır (Gripon vd. 1975).

$$\text{Toplam Azot} = \frac{1.4007 \times N_k \times V}{m}$$

N_k: 0.05 N HCl çözeltisinin kesin normalitesi, N

V: Harcanan HCl miktarı, mL

m: Örnek miktarı, g

Elde edilen toplam azot değerleri aşığıdaki formül ile protein değerlerine dönüştürülmüştür.

$$\text{Toplam Protein (\%)} = \text{Toplam Azot} \times 6.38$$

3.3.1.6 Toplam kül içeriği

Yaklaşık 800°C sıcaklıkta sabit ağırlığa getirilen krozeler içine yaklaşık 3 g süt örneği

tartılmıştır. Krozeler etüv içinde 65°C sıcaklıkta bir gece bekletilmiştir. Kül fırınında 825+25°C’de yakılarak 2 saat arayla tartım alınmıştır. İki tartım arasındaki fark 0.001 g’den az olduğunda yakma işlemi sona erdirilmiştir. (Kurt vd. 1993).

Aşağıdaki formül ile kül değeri bulunmuştur.

$$\text{Kül} = \frac{A_1 - A}{m} \times 100$$

A₁: Kuru örnek + kroze ağırlığı, g

A: Kroze ağırlığı, g

m: Örnek miktarı, g

3.3.2 Süte ilave edilen rekonstitüe peyniraltı suyuna uygulanan analizler

Ayran üretiminde kullanılan peyniraltı suyu analizleri aşağıda verilmiştir.

3.3.2.1 pH değeri

3.3.1.4’te bildirilen yöntemle belirlenmiştir.

3.3.2.2 Titrasyon Asitliği

3.3.1.3’te bildirilen yöntemle belirlenmiştir.

3.3.2.3 Yağsız kurumadde

Atago marka el tipi refraktometre ile % değer olarak okunmuştur.

3.3.3 Peyniraltı suyu tozuna uygulanan analizler

Ayran üretiminde kullanılan peyniraltı suyu tozu analizleri aşağıda verilmiştir.

3.3.3.1 Nem İçeriği

Kapaklarıyla birlikte $102\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de sabit ağırlığa getirilmiş ve desikatörde soğutulmuş kaplar içine, peyniraltı suyu tozu örneklerinden ayrı ayrı 1 g tartılmıştır. Kapağı kapatılarak tartılmış ve $102\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de iki tartım arasındaki fark 0.5 mg oluncaya kadar bekletilmiştir.

Daha sonra elde edilen değerler verilen formülde yerine konarak nem miktarı belirlenmiştir (Anonymous 2002).

$$\text{Nem İçeriği (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_3} \times 100$$

W_1 : Kurutmadan önce kapakla birlikte kurutma kabı ve örnek ağırlığı, g

W_2 : Son kurutmadan sonra kapakla birlikte kurutma kabı ve örnek ağırlığı, g

W_3 : Alınan örnek miktarı, g

3.3.3.2 Toplam protein içeriği

Toz örnek 1:10 oranında rekonstitüye edildikten sonra 1 mL örnek tartılarak üzerine katalizör olarak 1 mL CuSO_4 , 1 ölçek K_2SO_4 ve derişik (% 98'lik) H_2SO_4 ilave edilmiştir. Bu şekilde berrak beyaz renk elde edilinceye kadar yakma ünitesinde bekletilmiştir. Destilasyon işlemini takiben kesin normalitesi bilinen 0.05 N HCl ile titre edilmiştir (Gripon vd. 1975).

Toplam azot değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam Azot (\%)} = \frac{1.4007 \times N_k \times V}{m}$$

N_k : HCl çözeltilisinin kesin normalitesi, N

V: Harcanan HCl miktarı, mL

m: 0.1 x Örnek miktarı, g

Elde edilen toplam azot değerleri aşağıdaki formül ile protein değerlerine dönüştürülmüştür.

$$\text{Toplam Protein (\%)} = \text{Toplam Azot} \times 6.38$$

3.3.3.3 Titrasyon asitliği

Toz örnek rekonstitüye edildikten sonra 3.3.1.3'te bildirilen yöntem ile belirlenmiştir.

3.3.3.4 Kül içeriği

3.3.1.6'da belirtilen şekilde gerçeleştirilmiştir.

3.3.3.5 Yağ içeriği

Gerber yöntemine göre yapılmıştır (Anonim 2002). Bütirometre içine 10 mL 1.82'lik H_2SO_4 ve 3 mL saf su konmuş ve üzerine 1.69 g peyniraltı suyu tozu tartılmıştır. 1 mL amil alkol eklenerek 65°C sıcaklıkta 5 dakika 1500 dev/dk hızla santrifüj edilmiştir. Daha sonra aynı sıcaklıktaki su banyosunda 5 dakika bekletilmiş ve tekrar 5 dk santrifüj edilerek bütirometredeki yağ sütunu okunmuştur. Aşağıda verilen formül ile toz örneğin yağ içeriği hesaplanmıştır.

% Yağ miktarı = Bütirometrede okunan yağ değeri x 6.67

3.3.3.6 pH-değeri

Toz örnek rekonstitüye edildikten sonra 3.3.1.4'te bildirilen yöntem ile belirlenmiştir.

3.3.4 Ayran örneklerine uygulanan analizler

3.3.4.1 Toplam kurumadde

3.3.1.1'de bildirilen yöntem ile belirlenmiştir.

3.3.4.2 Yağ içeriği

3.3.1.2'de bildirilen yöntem ile belirlenmiştir.

3.3.4.3 Tuz İçeriği

TS 3043'e göre belirlenmiştir (Anonim 1978). 5 g ayran örneği tartılarak üzerine 500 mL saf su ilave edilmiştir. Karıştırıldıktan sonra içinden 25 mL alınmış ve potasyum kromat indikatörlüğünde 0.1 N gümüş nitrat (AgNO_3) ile titre edilmiştir. Tuz değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\text{Tuz içeriği (\%)} = \frac{(S_1 - S_2) \times N_k \times 0.0585}{m} \times 100$$

S_1 : Ayran örneğinin titrasyonunda harcanan AgNO_3 miktarı, mL

S_2 : Şahit örneğin titrasyonunda harcanan AgNO_3 miktarı, mL

N_k : AgNO_3 çözeltisinin kesin normalitesi, N

m: Örnek miktarı, g

3.3.4.4 Kül içeriği

Sabit ağırlığa getirilmiş krozeler içine 5 g örnek tartılarak kül fırınında sıçrama olmaması amacıyla öncelikle su banyosunda 60-65°C’de 3-4 saat suyu uçurulup sonra 105°C’deki etüvde 2 saat bekletilmiştir. Daha sonra kül fırınına alınan örnekler önce 200-250°C’de 1 saat, sonra 500°C’de 4-5 saat yakılarak tartım alınmıştır (Kurt vd. 1993).

Kül değerleri aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\text{Kl içeriği (\%)} = \frac{A_1 - A}{m} \times 100$$

A₁: Kuru rnek ve kroze ağırlığı, g

A: Kroze ağırlığı, g

m: rnek miktarı, g

3.3.4.5 pH değer

3.3.1.4’te bildirilen yöntemle belirlenmiştir.

3.3.4.6 Titrasyon asitliği

3.3.1.3’te bildirilen yöntem ile belirlenmiştir

3.3.4.7 Toplam protein içeriği

3.3.1.5’te bildirilen yöntem ile belirlenmiştir.

3.3.4.8 *Streptococcus thermophilus* koloni sayımı

Str. thermophilus sayımı için ringer çözeltilisi ile seyreltilen örnekler M-17 Agar (Merck) besiyerine inoküle edilmiştir. Yayma yöntemiyle ekim yapılan petriler, 37°C'de 48-72 sa aerobik şekilde inkübe edilerek, süre sonunda oluşan koloniler sayılmıştır. Elde edilen veriler ile koloni sayısı aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır.

$N = C / [V \times (n_1 + 0.1 \times n_2) \times d]$ Burada;

N = Ayran örneğinin 1 mL'sindeki mikroorganizma sayısını,

C = Sayımı yapılan tüm petri kutularındaki toplam koloni sayısını,

V = Sayımı yapılan petri kutularına aktarılan hacmi (mL),

n_1 = İlk seyreltiden yapılan sayımlarda sayım yapılan petri kutusu adedini,

n_2 = İkinci seyreltiden yapılan sayımlarda sayım yapılan petri kutusu adedini ve

d = Sayımın yapıldığı ardışık 2 seyreltiden daha konsantre olanın seyreltme oranını ifade etmektedir.

3.3.4.9 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* koloni sayımı

Lb. delbrueckii subsp. *bulgaricus* sayımı için ringer çözeltilisi ile seyreltilen örnekler pH değeri 5.7 olan MRS (de Man Rogosa Sharpe) Agar (Merck) besiyerine inoküle edilmiştir. Dökme yöntemiyle ekim yapılan petriler, 37°C'de 48-72 sa anaerobik jar içerisinde inkübe edilerek, süre sonunda oluşan koloniler sayılmıştır. Koloni sayısı 3.3.4.8'de belirtildiği şekilde hesaplanmıştır.

3.3.4.10 Renk değerleri

Renk; CIE (Commission Internationale de l'Eclairage-Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) renk alanında Time TCR 200 marka renk ölçüm cihazı ile L (aydınlık değeri), a (kırmızı-yeşillik değeri), b (sarı-mavilik) değerleri şeklinde belirlenmiştir. Ayrıca L, a ve b değerleri ile aşığıdaki verilen formüller aracılığıyla ΔE ve C değerleri hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{L^2 + a^2 + b^2}$$

$$C = \sqrt{a^2 + b^2}$$

3.3.4.11 Faz ayrılması

Depolama başlangıcında 100 mL'lik mezürlere karıştırılarak konulan 4°C sıcaklıktaki ayran örneklerinde depolamanın 1., 7. ve 15. günlerinde ayrılan serum miktarı ölçülmüştür (Atamer ve Sezgin 1986).

3.3.4.12 Dinamik reolojik testler

Örneklerin dinamik reolojik özellikleri Kinexus Pro+ model reometre (Malvern, Worcestershire, UK) ile belirlenmiştir. Reolojik özellikleri belirlenecek olan ayran örneklerinin inkübasyon sonrası depolama süresince hareket ettirilmemesine özen gösterilmiştir. Analiz için 4-5°C sıcaklıktaki örnekler 30 s boyunca sabit hızda karıştırılmıştır. Ayran örneklerinin reolojik ölçümleri 5°C sıcaklıkta ve 0.10-300 s⁻¹ kayma hızı aralığında; 4° açılı konik prob ile gerçekleştirilmiştir. Değişen 36 adet kayma hızında kayma gerilimi ve viskozite değerleri ölçülmüştür. Elde edilen veriler Power Law (üssel model) modeli ile yorumlanmıştır.

3.3.4.13 Aroma profili

Ayran örneklerinin aroma profili Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (SPME) yöntemi ile belirlenmiştir. 5 g örnek 20 mL'lik viallere alınarak 10 µL iç standart (8.1 ppm; metanol içerisinde 2 metil-3 heptanon ve 2-metil pentanoik asit) eklendikten sonra 50°C'de 30 dk ısıtıcı karıştırıcıda karıştırılmıştır. Fiber takıldıktan sonra 50°C'de 30 dk bekletilerek uçucu aroma bileşenlerinin fibere tutunması sağlanmıştır. Helyum gazı taşıyıcı olarak ve DB-Wax (30 m, 0.25 mm, 0.25 µm) kolon kullanılarak GC-MS (Agilent 7890A GC-5975 MSD) ile aroma bileşenleri belirlenmiştir (Lee vd. 2003).

Aroma profili için uygulanan GC-MS analiz şartları aşağıda verilmiştir.

Kolon: DB-Wax (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm)

Mode: Splitless

Enjeksiyon Sıcaklığı: 230°C

Taşıyıcı gaz (He) akış hızı: 1.0 ml/dk

Kuru hava akış hızı: 350 mL/dk

H₂ akış hızı: 350 mL/dk

Splitless Inlet

Dedektör Sıcaklığı: 250 °C

Scan mode: 35-500 m/z at 3.12 scans/s

Threshold: 150

Fırın Sıcaklık Programı:

<u>Artış</u>	<u>Sıcaklık</u>	<u>Bekleme</u>
40 °C	10 dakika	
5 °C/dk	110 °C	-
10 °C/dk	250 °C	10 dakika

Aroma bileşenlerinin miktarları, elde edilen pik alanlarından ve GC-MS cihazındaki Wiley, NIST, Flavor kütüphaneleri ile standart maddelerin oransal miktarları kullanılarak hesaplanmıştır.

3.3.4.14 Peptit profili

Ayran örnekleri 7500 rpm'de 4°C sıcaklıkta 15 dk süreyle santrifüj edilerek sıvı kısım ayrılmıştır. Ayrılan serumdan 1 mL alınarak 1 mL % 0.2'lik TFA ile karıştırılarak 0.45µm'lik membran filtreden süzölmüştür. Elde edilen süzöntü HPLC cihazına enjekte edilmiştir. HPLC (ThermoFinnigan In., CA, USA) AS3000 model otosampler, SCM 1000 degazer, P4000 gradyent pompa ve UV 6000LP DAD detektörden oluşmaktadır. Kolon olarak C18 (250 x 4.6 mm, 5µm, 300A°) RP-HPLC kolonu kullanılmıştır. Mobil faz A olarak % 0.1 oranında TFA içeren saf su ve mobil faz B olarak % 0.1 oranında TFA içeren asetonitril (UV grade) kullanılmıştır. Ölçümler 280 nm'de yapılmış ve veriler ChromQuest 5.0 ile değerlendirilmiştir (Kuchroo and Fox 1982; Topçu ve Saldamlı 2006, Bulat 2017).

3.3.4.15 Elektroforetik profil

SDS-PAGE ve Native-PAGE yöntemiyle (Özer 1997, Bulat 2017) belirlenmiştir.

SDS-PAGE

Kullanılan çözeltilerin hazırlanışı aşağıda verilmiştir.

Akrilamid-bisakrilamid stok çözeltisi:

29.2 mL akrilamid ve 0.8 g bisakrilamid destile suda çözdürölerek son hacim 100 mL olarak ayarlanmıştır. Hazırlanan çözelti Whatman 1 filtre kağıdı ile süzöldükten sonra 4°C sıcaklıkta koyu renkli şişede depolanmıştır.

Ayrırma Jeli Tampon Çözeltisi:

36.3 g Tris 100 mL destile su içinde çözdürölmüş ve pH değeri 1 M HCl ile 8.8'e ayarlandıktan sonra destile su ile hacmi 200 mL'ye tamamlanmıştır. Çözelti 4°C

sıcaklıkta depolanmıştır.

Yığıma Jeli Tampon Çözeltisi:

6 g Tris 40 mL destile su içinde çözdürülüp pH değeri 1 M HCl ile 6.8'e ayarlandıktan sonra hacmi 100 mL'ye tamamlanmıştır. Çözelti 4°C sıcaklıkta depolanmıştır.

Örnek Tampon Çözeltisi:

1.5 g Tris, 2 g SDS, 2 mg brom fenol mavisi tartılmış ve yaklaşık 60 mL destile su içinde çözdürülüp 10 mL gliserol eklenmiştir. Karışımın pH değeri 1 M HCl ile 6.8 değerine ayarlandıktan sonra 5 mL 2-β-merkaptoetanol eklenmiş ve son hacim destile su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır.

Elektrot Tampon Çözeltisi:

30 g Tris, 144 g glisin ve 10 g SDS tartılarak hacim destile su ile 2 L'ye ayarlanmıştır. Çözelti kullanılmadan önce 5 kat seyreltilmiştir.

% 10'lük (w/w) amonyum persülfat günlük olarak ve % 10'lük (w/w) SDS haftalık olarak hazırlanmıştır.

Boya Çözeltisi:

2 g Coomassie Brilliant Blue, 1000 mL saf su içinde çözdürüldükten sonra 1000 mL 2 N H₂SO₄ ilave edilmiştir. Karışım bir gece karıştırıcı üzerinde bekletilmiştir. Çözelti Whatman 113 filtre kağıdından süzöldükten sonra stok çözelti elde edilmiştir. Stok çözülden 300 mL alınarak üzerine 35 mL 10 N KOH ve 50 mL % 100'lük (w/v) TCA eklenmiş ve tekrar Whatman 113 filtre kağıdından süzölmüştür.

Tespit Çözeltisi:

200 mL % 100'lük (w/v) TCA, 660 mL metanol ve 1140 mL saf su karıştırılarak hazırlanmıştır.

Boya giderme çözeltisi olarak saf su kullanılmıştır.

Ayırma jeli olarak % 12.5'lük poliakrilamid jel ve yığıma jeli olarak % 4'lük poliakrilamid jel kullanılmıştır. Jellerin hazırlanışı aşağıda verilmiştir:

Ayırma Jeli :

Akrilamid Stok Çözeltisi:	4.17 mL
Ayırma Jeli Buffer Çözeltisi:	2.50 mL
Destile Su:	3.18 mL
SDS (% 10 w/v):	0.10 mL
Amonyum persülfat:	50 µL
TEMED:	5 µL

Yığıma Jeli:

Akrilamid Stok Çözeltisi:	0.65 mL
Sıkıştırma Jeli Buffer Çözeltisi:	1.25 mL
Destile Su:	3.05 mL
SDS (% 10 w/w):	0.05 mL
Amonyum persülfat (% 10 w/w):	25 µL
TEMED:	5 µL

Jeller hazırlandıktan sonra, liyofilize edilen örnekten 10 mg tartılarak üzerine 1 mL örnek tampon çözeltisi eklenmiştir. Hazırlanan örneklerden 8 µL, standart olarak kullanılan yağsız süttözünden 4 µL jele yüklenmiştir.

Örnekler yüklenmeden önce jele 200 V'da 40 dk ön yürütme yapılmıştır. Elektroforez işlemi de 200 V elektrik gücünde gerçekleştirilmiştir (Protean II XL). Brom fenol mavisi ayırma jelinin sonuna 0.5 cm yaklaşınca elektroforez işlemine son verilmiştir. Elektroforezden alınan jeller cam plakalar arasından çıkarıldıktan sonra tespit çözeltisinde 60 dk bekletilmiş ve bir gece boya çözeltisi içinde bekletilmiştir.

Native-PAGE

Kullanılan çözeltiler örnek tampon çözeltisi ve elektrot tampon çözeltisi dışında SDS-PAGE yöntemiyle aynı şekilde hazırlanmıştır. Native-PAGE yöntemi uygulanırken kullanılan örnek tampon çözeltisi ve elektrot tampon çözeltisinin hazırlanışı aşağıda verilmiştir.

Örnek Tampon Çözeltisi:

25 mL Tris-klorit tampon stok çözeltisi (pH değeri 6.8) üzerine 10 mL gliserol ve 2 mg brom fenol mavisi eklenerek destile su ile son hacim 100 mL'ye tamamlanmıştır.

Elektrot Tampon Çözeltisi:

30 g Tris ve 144 g glisin tartılarak hacim destile su ile 2 L'ye ayarlanmıştır. Çözelti kullanılmadan önce 5 kat seyreltilmiştir.

Ayırma jeli olarak SDS-PAGE yönteminde olduğu gibi % 12.5'lük poliakrilamid jel ve yığma jeli olarak % 4'lük poliakrilamid jel kullanılmıştır. Jellerin hazırlanışı aşağıda verilmiştir:

Ayırma Jeli :

Akrilamid Stok Çözeltisi:	4.17 mL
Ayırma Jeli Buffer Çözeltisi:	2.50 mL
Destile Su:	3.28 mL
Amonyum persülfat:	50 µL
TEMED:	5 µL

Yığıma Jeli:

Akrilamid Stok Çözeltisi:	0.65 mL
Sıkıştırma Jeli Buffer Çözeltisi:	1.25 mL
Destile Su:	3.10 mL
Amonyum persülfat (% 10 w/w):	25 µL
TEMED:	5 µL

Jeller hazırlandıktan sonra, ön denemelerde en uygun sonucu verdiği tespit edilen 2.5 mg/mL protein oranına ayarlanan örneklerden jele 25 µL yüklenmiştir. Örnekler öncelikle 1:3 oranında su ile seyreltilmiş ve daha sonra 1:1 oranında örnek tampon çözeltisi ile seyreltilmiştir.

Elektroforez işlemi 200 V elektrik gücünde gerçekleştirilmiştir (Bio-Rad, Hercules, USA). Brom fenol mavisi ayırma jelinin sonuna 0.5 cm yaklaşınca elektroforez işlemine son verilmiştir. Elektroforezden alınan jeller cam plakalar arasından çıkarıldıktan sonra bir gece boya çözeltisi içinde bekletilmiş ve daha sonra boya giderici çözelti içinde bekletilerek boyanın fazlası uzaklaştırılmıştır.

3.3.4.16 Duyusal değerlendirme

Duyusal değerlendirme 7 panelist ile gerçekleştirilmiştir. Panelistlere depolama sıcaklığında (4°C) iyice karıştırılmış ve yaklaşık 25 mL ayran örneği sunulmuş ve

örneklerde hem farklılık testi hem de puanlama testi (Meilgaard vd. 2016) uygulanmıştır.

3.3.4.17 İstatistiki değerlendirme

Sonuçların istatistiksel değerlendirilmesinde tesadüf blokları varyans analiz tekniğinden yararlanılmış ve analizler SAS programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Farklı grupların belirlenmesi için Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanarak $p<0.01$ ve $p<0.05$ düzeylerindeki farklılıklar değerlendirilmiştir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Hammaddelere ait sonuçlar

Her iki uygulamada da hammadde olarak kullanılan çiğ süte ait bazı özellikler çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Hammadde olarak kullanılan çiğ sütün bazı özellikleri ($\bar{x} \pm S \bar{x}$) g/100g

Özellikler	Ortalama Değerler
pH-değeri	6.74±0.045
Titrasyon asitliği (% laktik asit cinsinden)	0.16±0.003
Toplam kurumadde içeriği	12.11±0.224
Yağ içeriği	3.60±0.071
Protein içeriği	3.51±0.259
Kül içeriği	0.61±0.036

Sonuçlar iki tekerrür ortalaması şeklinde verilmiştir.

Çizelge 4.1’de verilen çiğ sütle ilgili değerler Türk Gıda Kodeksi’nin 2000/6 numaralı “Çiğ süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği”nde verilen değerlere uygundur (Anonim 2000).

Ayran üretiminde kullanılan peyniraltı suyu tozuna ait bazı özellikler çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Ayran üretiminde kullanılan peyniraltı suyu tozuna ait bazı özellikler, ($\bar{x} \pm S \bar{x}$) g/100g

Özellikler	Ortalama Değerler
Nem içeriği	0.89±0.003
Protein içeriği	6.65±0.071
Titrasyon asitliği (% laktik asit cinsinden)	0.09±0.003
Kül içeriği	5.12±0.014
Yağ içeriği	0.65±0.028
pH değeri	6.19±0.240

Sonuçlar iki tekerrür ortalaması şeklinde verilmiştir.

Ayran üretiminde kullanılan peyniraltı suyunun çizelge 4.2’de verilen özellikleri de TS 11860 Peyniraltı Suyu Tozu standardında belirtilen değerlere uygun bulunmuştur (Anonim 1995).

Her iki uygulamada da ayran üretimlerinde kullanılan rekonstitüye peyniraltı sularına ait bazı özellikler çizelge 4.3’te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Ayran üretiminde kullanılan rekonstitüye peyniraltı sularına ait bazı özellikler ($\bar{x} \pm S \bar{x}$) g/100g

Özellikler	Ortalama Değerler			
	Birinci Uygulama			İkinci Uygulama
	X1’de kullanılan rekonstitüye peyniraltı suyu	X2’de kullanılan rekonstitüye peyniraltı suyu	X3’de kullanılan rekonstitüye peyniraltı suyu	Y örneklerinde kullanılan rekonstitüye peyniraltı suyu
pH değeri	6.75±0.042	6.52±0.014	6.41±0.035	6.52±0.042
Titrasyon asitliği (% laktik asit)	0.03±0.003	0.06±0.001	0.08±0.001	0.05±0.002
Yağsız kurumadde	4.10±0.141	7.15±0.071	9.85±0.071	7.15±0.071

Sonuçlar iki tekerrür ortalaması şeklinde verilmiştir.

Birinci uygulama örneklerinde kullanılan rekonstitüye peyniraltı suları (X1, X2 ve X3) hesaplama sonucu elde edilen miktarlardaki peyniraltı suyu tozu ve suyun karıştırılması sonucu elde edilmiştir. Bu nedenle rekonstitüye peyniraltı sularının analiz sonuçları birbirinden farklı bulunmuştur. İkinci uygulama örnekleri için ise peyniraltı suyu tozu % 7 kurumadde içerecek şekilde rekonstitüye edilmiştir. Çizelge 4.2’de de görüldüğü gibi rekonstitüye peyniraltı sularının yağsız kurumadde içerikleri arttıkça pH değerleri düşmüş, laktik asit içerikleri ise artmıştır.

4.2 Ayran Örneklerinin Analiz Sonuçları

4.2.1 Ayran örneklerinin genel bileşimi

Ayran örneklerinin bileşim özelliklerinden toplam kurumadde (%), yağ (%), tuz (%) ve kül (%) değerleri standart hata değerleri ile birlikte çizelge 4.4’te verilmiştir.

Çizelge 4.4’te görüldüğü gibi birinci ve ikinci uygulama örneklerinin peyniraltı suyu içerikleri birbirinden farklı olduğu için ayran örneklerinin kurumadde değerleri de birbirinden farklı bulunmuştur ($p < 0.05$). Ayrıca kontrol örneklerinin kurumadde içeriklerinin de sadece süttten üretildikleri için tüm ayran örneklerinin içerdiği kurumadde değerlerinden farklı olduğu çizelge 4.3’te görülmektedir. Toplam % 2 olan protein içeriğinin % 5’i peyniraltı suyu tozundan karşılanarak üretilen birinci uygulama örneklerinden X1 ile seyreltme sıvısının % 25 ve % 50’si peyniraltı suyu olan Y1 ve Y2 örnekleri yakın kurumadde içeriklerine sahipken her iki uygulama için de en yüksek oranda peyniraltı suyu tozu ve peyniraltı suyu kullanılan X3 ve Y3 örneklerinin kurumadde değerleri kendi uygulama örnekleri içinde en yüksek değerleri göstermiştir (Çizelge 4.4).

Üretiminde yağ standardizasyonu yapıldığı için ayran örnekleri arasında yağ oranı bakımından önemli bir fark tespit edilmemiştir ($p > 0.05$). Benzer şekilde tüm örneklere aynı oranda tuz ilave edildiği için ayran örneklerinin tuz içerikleri arasındaki fark da önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). Peyniraltı suyunun mineral madde içeriğinin

katkısından dolayı peyniraltı suyu ilave edilen birinci ve ikinci uygulama örneklerinin kül değerleri kontrol örneklerinden daha yüksek çıkmıştır. Ancak bulunan fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Çizelge 4.4'te verilen bileşim özellikleri açısından tüm ayran örnekleri Türk Gıda Kodeksi'nin 2009/25 numaralı "Fermente Süt Ürünleri Tebliği"ne uygundur (Anonim 2009).



Çizelge 4.4 Ayran örneklerinin genel bileşimi, ($\bar{x} \pm S \bar{x}$) g/100g

Örnekler ¹	Toplam Kurumadde	Yağ	Tuz	Kül
K-A	6.92±0.057 ^A	1.10±0.000	0.52±0.021	1.02±0.044
K-B	6.86±0.057 ^A	1.05±0.071	0.53±0.007	1.03±0.310
I. Uygulama Örnekleri				
X1A	7.99±0.523 ^B	1.05±0.071	0.53±0.014	1.09±0.122
X1B	7.93±0.431 ^B	1.05±0.071	0.52±0.021	1.10±0.000
X2A	9.50±0.332 ^C	1.05±0.071	0.50±0.000	1.13±0.029
X2B	9.43±0.184 ^C	1.08±0.035	0.53±0.000	1.12±0.249
X3A	10.62±0.573 ^C	1.05±0.071	0.51±0.007	1.17±0.092
X3B	10.63±0.474 ^C	1.00±0.000	0.53±0.014	1.10±0.209
II. Uygulama Örnekleri				
Y1A	7.65±0.459 ^B	1.05±0.071	0.51±0.014	1.04±0.161
Y1B	7.87±0.767 ^B	1.05±0.071	0.53±0.035	1.04±0.004
Y2A	8.18±0.379 ^B	1.05±0.071	0.52±0.021	1.08±0.021
Y2B	8.40±0.621 ^B	1.05±0.071	0.52±0.014	1.07±0.003
Y3A	8.93±0.388 ^C	1.08±0.106	0.51±0.057	1.11±0.047
Y3B	8.92±0.371 ^C	1.08±0.106	0.51±0.007	1.09±0.063

Aynı sütündeki farklı harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).
Sonuçlar iki tekkerür ortalaması şeklinde verilmiştir.

¹: Örnekler

K-A	Kontrol örneği (Peyniraltı suyu ve TGase içermeyen)
K-B	0.5 U/g protein TGase ilaveli kontrol örneği (Peyniraltı suyu içermeyen)
X1A	Ayranın protein içeriğinin % 5'i peyniraltı suyu tozundan karşılanan enzim ilavesiz örnek
X1B	Ayranın protein içeriğinin % 5'i peyniraltı suyu tozundan karşılanan 0.5 U/g protein enzim ilaveli örnek
X2A	Ayranın protein içeriğinin % 10'u peyniraltı suyu tozundan karşılanan enzim ilavesiz örnek
X2B	Ayranın protein içeriğinin % 10'u peyniraltı suyu tozundan karşılanan 0.5 U/g protein enzim ilaveli örnek
X3A	Ayranın protein içeriğinin % 15'i peyniraltı suyu tozundan karşılanan enzim ilavesiz örnek
X3B	Ayranın protein içeriğinin % 15'i peyniraltı suyu tozundan karşılanan 0.5 U/g protein enzim ilaveli örnek
Y1A	Kullanılan seyreltme sıvısının % 25'i peyniraltı suyu olan enzim ilavesiz örnek
Y1B	Kullanılan seyreltme sıvısının % 25'i peyniraltı suyu olan 0.5 U/g protein enzim ilaveli örnek
Y2A	Kullanılan seyreltme sıvısının % 50'si peyniraltı suyu olan enzim ilavesiz örnek
Y2B	Kullanılan seyreltme sıvısının % 50'si peyniraltı suyu olan 0.5 U/g protein enzim ilaveli örnek
Y3A	Kullanılan seyreltme sıvısının % 75'i peyniraltı suyu olan enzim ilavesiz örnek
Y3B	Kullanılan seyreltme sıvısının % 75'i peyniraltı suyu olan 0.5 U/g protein enzim ilaveli örnek

4.2.2 pH değeri

Serbest haldeki hidrojen iyonlarının konsantrasyonu hakkında bilgi veren ve aktif asitliğin ölçüsü olan pH değeri, süt ürünlerinin özellikle de fermente ürünlerin yapısal ve duyuşsal nitelikleri ile kalitesi açısından oldukça önemlidir.

Sabit pH değerinde (4.3) inkübasyondan alınan ayran örneklerinin 15 günlük depolama süresince belirlenen pH değerleri standart hatalarıyla birlikte çizelge 4.5'te verilmiş, şekil 4.1'de grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.5 Ayran örneklerinin pH-değerleri ($\bar{x} \pm S \bar{x}$)

Örnekler ¹	1. Gün	7. Gün	15. Gün
K-A	4.28±0.049	4.13±0.071	4.12±0.078
K-B	4.27±0.042	4.11±0.049	4.08±0.042
I. Uygulama Örnekleri			
X1A	4.34±0.092	4.18±0.085	4.15±0.057
X1B	4.40±0.014	4.22±0.049	4.17±0.000
X2A	4.40±0.042	4.21±0.078	4.16±0.007
X2B	4.42±0.064	4.23±0.106	4.16±0.000
X3A	4.39±0.099	4.27±0.127	4.19±0.049
X3B	4.42±0.099	4.26±0.113	4.19±0.057
II. Uygulama Örnekleri			
Y1A	4.42±0.042	4.20±0.071	4.20±0.071
Y1B	4.39±0.021	4.18±0.078	4.14±0.021
Y2A	4.39±0.021	4.21±0.085	4.17±0.035
Y2B	4.39±0.014	4.20±0.064	4.13±0.021
Y3A	4.39±0.028	4.21±0.085	4.18±0.000
Y3B	4.39±0.021	4.19±0.042	4.16±0.057

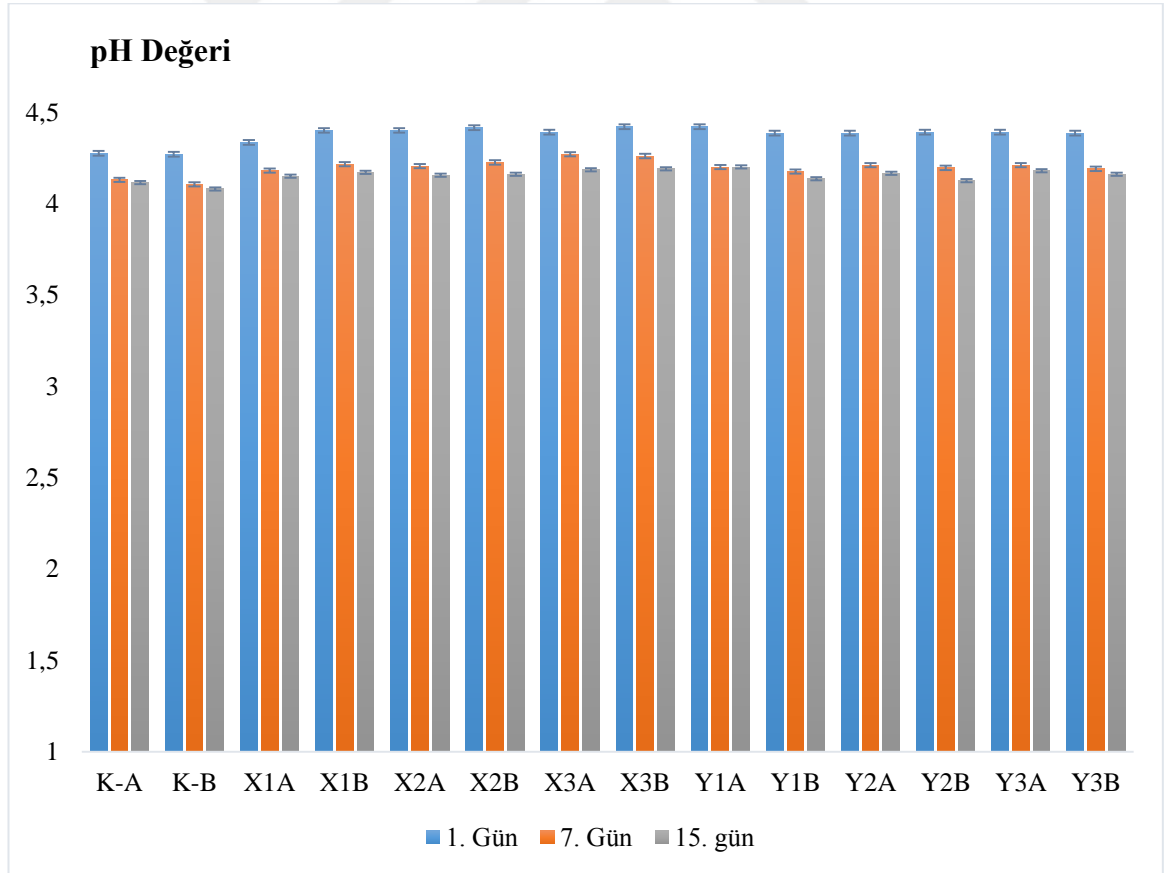
¹: Bkz Çizelge 4.4

Sonuçlar iki tekkerür ortalaması şeklinde verilmiştir.

Bilindiği gibi fermente süt ürünlerinde laktik asit bakterilerinin aktivitesine bağlı olarak depolama süresince pH değeri düşme göstermektedir. Çizelge 4.5 ve şekil 4.1'deki tüm ayran örneklerinin pH değerlerinin de depolama süresince önemli ölçüde düştüğü belirlenmiştir ($p < 0.01$).

pH düşüşlerinin örnekler arasındaki değişimleri incelendiğinde, sadece kontrol örnekleri ile peyniraltı suyu ilave edilen uygulama örnekleri arasındaki farkın önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.01$). Birinci ve ikinci uygulama örneklerinin pH değerleri arasında görülen farklılık önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). Bu sonuçlar peyniraltı suyu ilavesinin örneklerin pH değerlerini az miktarda da olsa etkilediğini göstermektedir.

Ayrıca sonuçlar transglutaminaz enzimi ilavesinin pH değerlerini etkilemediğini de göstermiştir.



Şekil 4.1 Ayran örneklerinin pH değerleri

4.2.3 Titrasyon asitliği

Ayran örneklerinin 15 günlük depolama süresince belirlenen titrasyon asitliği değerleri standart hatalarıyla birlikte çizelge 4.6'da verilmiş, şekil 4.2'de de grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.6 Ayran örneklerinin titrasyon asitliği değerleri, % laktik asit ($\bar{x} \pm S \bar{x}$)

Örnekler ¹	1. Gün	7. Gün	15. Gün
K-A	0.48±0.005 ^A	0.51±0.013	0.52±0.049
K-B	0.47±0.001 ^A	0.51±0.015	0.52±0.037
I. Uygulama Örnekleri			
X1A	0.49±0.008 ^A	0.54±0.057	0.56±0.066
X1B	0.49±0.030 ^A	0.52±0.044	0.54±0.067
X2A	0.53±0.045 ^B	0.59±0.038	0.60±0.046
X2B	0.53±0.049 ^B	0.60±0.037	0.61±0.064
X3A	0.55±0.047 ^B	0.61±0.055	0.61±0.086
X3B	0.55±0.057 ^B	0.61±0.062	0.63±0.073
II. Uygulama Örnekleri			
Y1A	0.49±0.034 ^A	0.55±0.056	0.56±0.028
Y1B	0.51±0.044 ^{AB}	0.56±0.045	0.57±0.042
Y2A	0.52±0.040 ^{AB}	0.56±0.064	0.58±0.069
Y2B	0.51±0.046 ^{AB}	0.56±0.049	0.57±0.054
Y3A	0.55±0.066 ^B	0.60±0.064	0.61±0.062
Y3B	0.55±0.045 ^B	0.59±0.045	0.61±0.050

¹: Bkz Çizelge 4.4

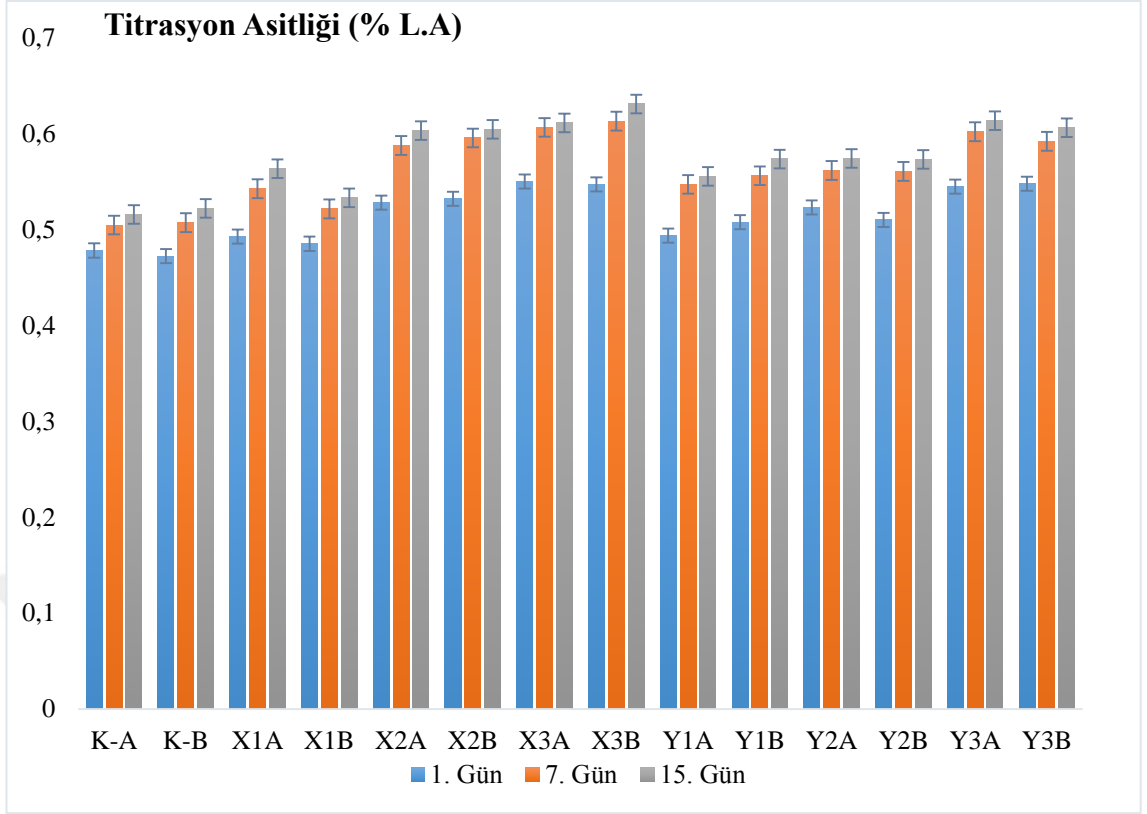
Sonuçlar iki tekkerür ortalaması şeklinde verilmiştir.

Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.01).

Çizelge 4.6 incelendiğinde görülebileceği gibi örneklerin titrasyon asitliği değerleri depolama süresi arttıkça yükselmiştir. pH değerleri incelenirken de belirtildiği gibi örneklerin asitlik değerlerinin depolama süresince artış göstermesi fermente ürünlerde beklenen bir sonuçtur. Sonuçların istatistiki değerlendirilmesinde, titrasyon asitliği

değerleri açısından ayran örnekleri ve depolama günleri arasında interaksiyon olmadığı belirlenmiştir. Ancak ayran örnekleri ve depolama günleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Çizelge 4.6'da örnekler arası farklılık 1. depolama günü sonuçları yanında verilmiştir. Bu sonuçlar kontrol örnekleri ile X2, X3 ve Y3 örnekleri arasındaki farkın önemli, diğer örneklerle arasındaki farkın ise önemsiz olduğunu göstermektedir. İlave edilen peyniraltı suyu miktarına bağlı olarak örneklerin titrasyon asitliği değerleri farklılık göstermiştir. Genel olarak oranlar arttıkça titrasyon asitliği değerleri de artmıştır (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.2). Ayran örneklerinde 15 gün boyunca tespit edilen titrasyon asitliği değerleri de önemli derecede artış göstermiştir ($p<0.01$).

Ayran örneklerinin pH değerleri sonuçlarına benzer şekilde titrasyon asitliği değerleri de transglutaminaz enzimi ilavesinden etkilenmemiştir. Buna göre ayran üretiminde transglutaminaz enzimi kullanımının ürünün asitlik değerleri (pH ve titrasyon asitliği) üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Ayran örneklerinin belirlenen asitlik değerleri de çizelge 4.4'de verilen bileşim özellikleri gibi Türk Gıda Kodeksi'nin 2009/25 numaralı "Fermente Süt Ürünleri Tebliği"ne (en az % 0.5, en fazla % 1.0) uygundur (Anonim 2009).



Şekil 4.2 Ayran örneklerinin % laktik asit değerleri

4.2.4 Toplam protein

Ayran örneklerinin 15 günlük depolama süresince toplam protein (g/100g) değerleri standart hatalarıyla birlikte çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Ayran örneklerinin toplam protein değerleri ($\bar{x} \pm S \bar{x}$), g/100g

Örnekler ¹	1. Gün	7. Gün	15. Gün
K-A	2.02±0.045	1.89±0.040	1.97±0.010
K-B	1.99±0.025	1.95±0.020	1.97±0.010
I. Uygulama Örnekleri			
X1A	1.99±0.045	2.02±0.045	1.97±0.000
X1B	2.03±0.050	1.97±0.040	1.99±0.040
X2A	2.04±0.110	1.98±0.080	1.99±0.005
X2B	1.98±0.100	1.97±0.080	1.97±0.075
X3A	1.98±0.110	1.99±0.075	1.97±0.055
X3B	1.99±0.055	1.97±0.000	1.98±0.020
II. Uygulama Örnekleri			
Y1A	2.04±0.075	2.03±0.005	2.04±0.015
Y1B	2.04±0.065	2.04±0.035	2.00±0.010
Y2A	2.03±0.060	2.04±0.015	2.02±0.025
Y2B	2.03±0.065	1.97±0.305	2.03±0.040
Y3A	2.04±0.060	2.04±0.030	1.99±0.005
Y3B	2.03±0.045	2.04±0.030	2.01±0.035

Sonuçlar iki tekkerür ortalaması şeklinde verilmiştir.

¹: Bkz Çizelge 4.4

Çizelge 4.7'deki toplam protein değerleri incelendiğinde örneklerin protein içeriklerinin 1.97-2.04 g/100 g arasında olduğu görülmektedir. Üretiminde tüm örnekler için % 2 protein oranı esas alınarak bir standardizasyona gidildiği için örneklerin toplam protein değerleri arasında fark önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). 15 günlük depolama süresince de örneklerin toplam protein değerleri arasında önemli bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$).

4.2.5 *Streptococcus thermophilus* koloni sayıları

Spesifik yoğurt bakterisi olan *Str. thermophilus* yuvarlak şekilli ve zincir halinde hücreler içeren homofermentatif bir bakteridir. Optimum gelişme sıcaklığı 40-45°C olan bu bakteri insan vücudunda kolayca metabolize olan L (+) laktik asit üretmektedir (Tamime ve Robinson 2000). Bu nedenle genel olarak kullanılan kültürlerde iki yoğurt bakterisi 1:1 oranında bulunurken, *Str. thermophilus*'un daha fazla oranda bulunduğu kültürler de yoğurt üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ayranın karakteristik tadında önemli yeri olan asetaldehit, diasetil, asetoin gibi aroma maddelerinin oluşumu nispeten daha düşük pH değerlerinde (5.0) başladığı için yoğurt ve ayran üretiminde laktik asit oluşumu büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla bu oluşumu sağlayacak laktik asit bakterilerinin varlığı ve sayısı da önemlidir.

Ayran örneklerinin 15 günlük depolama süresince *Streptococcus thermophilus* koloni sayıları (log kob/mL) standart hatalarıyla birlikte çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Ayran örneklerinin *Str. thermophilus* koloni sayıları ($\bar{x} \pm S \bar{x}$) (log kob/mL)

Örnekler ¹	1. Gün	7. Gün	15. Gün
K-A	8.87±0.024	8.92±0.055	9.08±0.029
K-B	8.85±0.262	8.82±0.127	8.92±0.105
I. Uygulama Örnekleri			
X1A	8.78±0.065	8.79±0.112	9.00±0.223
X1B	8.99±0.167	8.60±0.060	8.54±0.163
X2A	8.73±0.023	8.94±0.032	9.00±0.018
X2B	8.83±0.059	9.03±0.040	8.78±0.043
X3A	9.04±0.043	8.91±0.106	8.53±0.012
X3B	8.86±0.118	8.85±0.135	8.63±0.009
II. Uygulama Örnekleri			
Y1A	8.65±0.093	8.89±0.005	9.05±0.079
Y1B	8.89±0.085	8.83±0.023	8.81±0.124
Y2A	8.69±0.036	8.73±0.011	8.80±0.181
Y2B	8.83±0.034	8.86±0.129	8.80±0.034
Y3A	8.90±0.038	8.90±0.107	8.95±0.151
Y3B	8.86±0.145	8.92±0.073	8.75±0.165

¹: Bkz Çizelge 4.4

Sonuçlar iki tekkerür ortalaması şeklinde verilmiştir.

Ayran örnekleri arasında *Str. thermophilus* koloni sayıları açısından önemli bir farklılık görülmemiştir ($p > 0.05$). Bu sonuçlara göre ayran üretiminde peyniraltı suyu ve transglutaminaz enzimi kullanımının *Str. thermophilus* gelişimi üzerine olumlu ya da olumsuz bir etkisi olmadığı söylenebilir. Ayran örneklerinde bulunan *Str. thermophilus* kolonilerinin 1. depolama günü ile 15. depolama günü arasındaki sayıları önemli derecede farklılık göstermiştir ($p < 0.01$). İstatistiki açıdan önemli bulunmasa da genel olarak enzim ilaveli örneklerde bu farklılığın başlangıç değerlerine göre düşüş yönünde olduğu, enzim ilave edilmeyen örneklerde ise artış yönünde olduğu görülmektedir. Benzer şekilde bir çalışmada yoğurttaki *Str. thermophilus* sayısının 21 günlük çalışmada arttığı belirtilmiştir (Shori ve Baba 2012). Yine probiyotik yoğurttaki yapılan bir

çalışmada toplam 35 günlük depolamada *Str. thermophilus* sayısı belirlenmiş ve 14 günlük depolama süresince sayının aynı kaldığı veya artış gösterdiği bildirilmiştir (Mani-Lopez vd. 2014).

4.2.6 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* koloni sayıları

Lb. delbrueckii subsp. *bulgaricus* çubuk şeklinde, tek tek bulunabildiği gibi zincir şeklinde de bulunabilen homofermantatif bir laktik asit bakterisidir. Optimum gelişme sıcaklığı 45-50°C olan *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* insan vücudunda metabolize edilemediği için tüketimi sınırlandırılan D (-) laktik asit üretmektedir. Yoğurt ve ayranın temel aroma maddesi olan asetaldehit üretiminden de sorumlu olduğu bilinmektedir. Bu nedenle ürünlerdeki varlığı ve sayısı oldukça önemlidir.

Ayran örneklerinin 15 günlük depolama süresince *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* koloni sayıları (log kob/mL) standart hatalarıyla birlikte çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Ayran örneklerinin *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* koloni sayıları ($\bar{x} \pm S \bar{x}$) (log kob/mL)

Örnekler ¹	1. Gün	7. Gün	15. Gün
K-A	5.36±0.149	5.33±0.141	5.10±0.448
K-B	5.31±0.301	6.65±0.350	5.17±0.316
I. Uygulama Örnekleri			
X1A	5.78±0.177	5.66±0.540	4.93±0.137
X1B	5.53±0.373	4.79±0.266	5.28±0.326
X2A	5.66±0.177	5.05±0.382	4.84±0.462
X2B	5.54±0.073	5.51±0.060	5.28±0.405
X3A	5.18±0.213	6.62±0.760	5.17±0.304
X3B	4.94±0.755	5.26±0.249	5.02±0.176
II. Uygulama Örnekleri			
Y1A	5.66±0.570	6.13±0.844	4.63±0.331
Y1B	5.55±0.154	4.69±0.273	5.04±0.452
Y2A	5.37±0.136	4.47±0.047	4.98±0.442
Y2B	5.91±0.317	5.27±0.197	5.08±0.549
Y3A	5.20±0.436	4.8.7±0.185	4.73±0.194
Y3B	5.49±0.028	4.55±0.072	5.10±0.373

¹: Bkz Çizelge 4.4

Sonuçlar iki tekkerür ortalaması şeklinde verilmiştir.

Tüm ayran örneklerinin *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* koloni sayıları birbirine yakın bulunmuştur ($p > 0.05$). Bu durumda *Str. thermophilus* bakterilerinde olduğu gibi *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* koloni sayıları için de ayran üretiminde peyniraltı suyu ve transglutaminaz enzimi kullanımının olumsuz bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Çizelge 4.8’de de görüldüğü gibi ayran örneklerinin *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* koloni sayılarında depolama süresince önemli bir düşüş görülmüştür ($p < 0.01$).

Bakterilerin canlılıkları ortam asitliğine bağlıdır. Bu nedenle fermente süt ürünlerinde depolama süresince artan asitliğe bağlı olarak bakteri gelişimi olumsuz etkilenebilmektedir (Wroblewska vd. 2013).

Shori ve Baba (2012) tarafından yoğurt örnekleriyle yapılan bir çalışmada da *Lactobacillus* spp. bakterilerinin sayısının 21 günlük depolama süresince azaldığı bildirilmiştir.

4.2.7 Renk değerleri

Gıda maddelerinin görünüş özelliklerinden biri olan rengin değerlendirilmesini kolaylaştırmak amacıyla geliştirilen ve uluslararası olarak geçerli kabul edilen CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) L*a*b* sistemi en yaygın kullanılan renk sistemidir. Bu sistem kullanılarak rengin belirlenmesinde üç ayrı değişken (L, a ve b) kullanılmaktadır. Bu değişkenlerden L, rengin beyaz (+) - siyahlığını (-) bir diğer deyişle parlaklığını belirtirken; a değeri kırmızı (+) - yeşilliğini (-) ve b değeri sarı (+) - maviliğini (-) ortaya koymaktadır (Ünel 1999).

15 günlük depolama süresince belirlenen renk değerleri (L, -a ve b) standart hatalarıyla birlikte birinci uygulama ayran örnekleri için çizelge 4.10'da, ikinci uygulama ayran örnekleri için çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.10 Birinci uygulama ayran örneklerinin renk değerleri ($\bar{x} \pm S \bar{x}$)

Örnekler ¹	1. Gün					7. Gün					15. Gün				
	L	-a	b	ΔE	C	L	-a	b	ΔE	C	L	-a	b	ΔE	C
K-A	96.0±0.65 ^{Aa*}	8.4±0.20	7.6±0.26	97±0.4	11±0.3	96.1±0.64 ^{Aa}	8.5±0.47	7.9±0.06	97±0.5	12±0.2	94.9±0.56 ^{ABa}	8.5±0.18	8.4±0.31	96±0.4	12±1.1
K-B	96.2±0.51 ^{Aa}	8.6±0.40	7.7±0.08	97±0.4	12±0.3	96.1±0.35 ^{Aa}	8.7±0.77	7.4±0.04	97±0.2	11±0.4	96.1±0.64 ^{Aa}	8.6±0.37	8.7±0.23	97±0.5	12±0.3
X1A	94.5±1.21 ^{Aa}	11.9±1.14	7.6±0.36	96±0.7	14±0.8	93.1±0.27 ^{ABa}	11.1±1.18	7.9±0.74	94±0.3	14±1.0	93.3±0.28 ^{Ba}	11.3±0.01	8.6±0.13	96±0.2	14±0.1
X1B	93.1±3.46 ^{Aa}	11.5±0.34	7.5±0.35	94±2.4	14±0.4	92.5±0.68 ^{ABa}	11.0±0.94	7.3±0.17	94±0.6	13±0.6	93.5±1.99 ^{Ba}	11.3±0.30	8.9±0.01	95±1.4	14±0.2
X2A	88.6±2.21 ^{Ba}	16.5±0.27	9.6±0.29	91±1.6	19±0.3	90.0±0.76 ^{Ba}	14.3±0.30	8.8±0.10	92±0.6	17±0.2	92.2±0.30 ^{Ba}	14.5±0.32	10.0±0.99	94±0.1	18±0.6
X2B	88.9±3.69 ^{Ba}	16.5±0.22	9.8±0.54	91±2.6	19±0.1	89.0±1.87 ^{Ba}	16.4±0.61	9.1±1.15	91±1.3	18±0.1	92.5±0.90 ^{Ba}	15.1±0.91	10.1±0.40	94±0.5	18±0.7
X3A	84.3±0.74 ^{Ca}	18.9±1.13	13.3±0.08	87±0.7	23±0.7	85.0±0.58 ^{Ca}	18.4±1.12	12.6±0.84	88±0.5	23±0.3	88.9±0.51 ^{Ca}	18.0±0.76	14.5±0.60	92±0.3	23±0.2
X3B	83.2±2.63 ^{Ca}	18.4±0.17	14.9±0.81	87±1.7	24±0.3	86.8±0.77 ^{Ca}	19.0±2.64	14.1±0.35	89±0.9	23±1.4	90.2±0.38 ^{BCb}	17.7±0.89	14.9±0.04	93±0.1	23±0.5

¹: Bkz Çizelge 4.4

Sonuçlar iki tekkerür ortalaması şeklinde verilmiştir.

*: L değerleri için yapılan harflendirmede; aynı sütundaki farklı büyük harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ($p < 0.05$); aynı satırdaki farklı küçük harfler depolama günleri arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($p < 0.01$).

Çizelge 4.11 İkinci uygulama ayran örneklerinin renk değerleri ($\bar{x} \pm S \bar{x}$)

Örnekler ¹	1. Gün					7. Gün					15. Gün				
	L	-a	b	ΔE	C	L	-a	b	ΔE	C	L	-a	b	ΔE	C
Y1A	95.4±0.42 ^{Aa}	9.6±0.86	7.6±1.99	96±0.3	12±0.4	94.7±1.51 ^{Aa}	10.3±0.01	6.7±0.02	95±1.1	12±0.0	95.7±0.59 ^{Aa}	10.1±0.17	7.7±0.66	96±0.4	13±0.2
Y1B	96.4±0.06 ^{Aa}	9.6±1.34	6.8±0.66	97±0.1	11±0.5	94.9±1.22 ^{Aa}	10.1±0.04	7.0±0.24	95±0.9	12±0.1	96.0±0.44 ^{Aa}	10.0±0.59	7.6±0.91	96±0.3	13±0.1
Y2A	92.7±0.82 ^{Aa}	11.2±0.26	7.9±0.30	93±0.6	14±0.1	91.9±0.65 ^{Ba}	11.9±0.18	8.2±0.64	93±0.5	15±0.4	91.8±1.10 ^{Ba}	12.4±0.57	8.1±0.08	93±0.8	15±0.4
Y2B	92.4±0.36 ^{Aa}	11.0±1.05	8.6±0.57	93±0.3	14±0.4	92.5±0.17 ^{Ba}	12.2±0.71	7.5±0.71	93±0.2	14±0.7	91.2±0.45 ^{Ba}	12.1±0.01	9.0±0.06	92±0.3	15±0.0
Y3A	90.7±0.31 ^{Aa}	14.4±0.03	9.1±0.09	92±0.2	17±0.0	90.3±0.37 ^{Ba}	14.6±0.63	9.4±0.34	92±0.2	17±0.5	91.1±0.92 ^{Ba}	14.5±0.05	9.5±0.32	92±0.7	17±0.1
Y3B	90.9±0.76 ^{Aa}	14.3±0.06	9.2±0.17	92±0.5	17±0.1	91.4±0.06 ^{Ba}	14.5±0.72	9.2±1.06	93±0.1	17±0.1	90.5±0.37 ^{BCa}	14.8±0.01	9.1±0.39	92±0.3	17±0.2

¹: Bkz Çizelge 4.4

Sonuçlar iki tekerrür ortalaması şeklinde verilmiştir.

*: L değerleri için yapılan harflendirmede; aynı sütundaki farklı büyük harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ($p < 0.05$); aynı satırdaki farklı küçük harfler depolama günleri arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($p < 0.01$).

Yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda ayran örneklerinin L değerlerinde örnek ve depolama günleri arasında interaksiyon tespit edilmiştir. İnteraksiyon sonucu çizelge 4.10-4.11’de gösterilmiştir.

Örneklerin renk özelliklerinden -a değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Y1A ve Y1B örnekleri dışındaki tüm ayran örneklerinin a değerleri kontrol örneklerinden farklı bulunmuştur ($p<0.01$). Bilindiği gibi -a değeri arttıkça yeşil renk artmaktadır. Peyniraltı suyunun içerdii riboflavinden dolayı yeşilimsi sarı renge sahip olduğu bilinmektedir (Metin 2005). Bu nedenle ilave edilen peyniraltı suyuna bağlı olarak örnekte de yeşil renk artmıştır. Ayran örneklerinin -a değerleri depolama süresince önemli bir farklılık göstermemiştir.

Sarılık-mavilik değerlerini veren b değerleri açısından X3A ve X3B ile Y3A ve Y3B örneklerinin diğer örnekler ile arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Yüksek miktarda peyniraltı suyu kullanılan örneklerde yeşil renkte olduğu gibi sarılık önemli derecede artmıştır. Aynı zamanda depolama süresince b değerlerinde görülen değişim de önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Süt ürünlerinde renk üzerine kalsiyum kazeinat ve süt yağının etkili olduğu bilinmektedir. Bu nedenle ayranın renk özelliği incelenirken yağ oranının ve su içeriğinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Ayran örneklerinde renk özelliğinin belirlendiği bir çalışmada (Bayraktaroğlu ve Obuz 2008) yarım yağlı (% 0.98) ayran örneklerinde L değerinin 90.84, -a değerinin 8.48 ve b değerinin 13.21 olduğu bildirilmiştir. Ayrıca yağ oranının daha yüksek olduğu örneklerde -a değerinin daha düşük ve b değerinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Çalışmamızda yağ standardizasyonu yapıldığından renk farklılıklarının oluşumunda esas olarak peyniraltı suyu ilaveleri etkili olmuştur.

Ayran örneklerinde elde edilen renk değerleri incelendiğinde peyniraltı suyu ilave edilen örneklerde peyniraltı suyunun miktarına bağlı olarak -a ve b değerlerinin arttığı

görülmektedir (Çizelge 4.10-4.11). Panelistler tarafından gerçekleştirilen duyu analizlerde, peyniraltı suyu ilave edilen örneklerde görünüş puanlarının kontrol örneklerine yakın olması, peyniraltı suyu ilavesi ile artan sarılığın ve yeşilliğin tüketici tarafından kabul edilebilir olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.19).

Elde edilen renk değerlerinden hesaplanan ve toplam renk farkını gösteren ΔE değerleri ile renk doygunluğunu gösteren C değerleri de örneklerin rekonstitüye peyniraltı suyu ilavesiyle toplam renkte ve renk doygunluğundaki farklılığını ortaya koymaktadır.

4.2.8 Faz ayrılması

Faz ayrılması, depolama süresince örnek içindeki partiküllerin sedimentasyonuna bağlı olarak yüzeyde kendiliğinden meydana gelen serum ayrılması olarak tanımlanmaktadır (Lucey 2001, Kiani vd. 2008). Bu çalışmada depolama sürecinde ayran örneklerinde görülen ve ayran kalitesi açısından önemli olan faz ayrılmaları da incelenmiştir.

Ayran örneklerinin 15 günlük depolama süresince belirlenen faz ayrılması (mL/100mL) değerleri standart hatalarıyla birlikte çizelge 4.12’de verilmiş, şekil 4.3’te grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.12 Ayran örneklerinin faz ayrılması değerleri, mL/100mL ($\bar{x} \pm S \bar{x}$)

Örnekler ¹	1. Gün	7. Gün	15. Gün
K-A	5.5±0.71 ^{Aa*}	20.0±0.00 ^{Bb}	21.5±2.12 ^{Ab}
K-B	6.0±0.00 ^{Aa}	17.5±0.71 ^{ABb}	20.5±2.12 ^{Ab}
I. Uygulama Örnekleri			
X1A	5.5±0.71 ^{Aa}	28.0±0.00 ^{Cb}	31.0±1.41 ^{Bb}
X1B	6.0±1.41 ^{Aa}	29.5±0.71 ^{Cb}	30.5±0.71 ^{Bb}
X2A	3.5±0.71 ^{Aa}	24.0±1.41 ^{BCb}	28.5±0.71 ^{Bb}
X2B	3.5±0.71 ^{Aa}	13.0±1.41 ^{Ab}	21.5±2.12 ^{Ac}
X3A	3.0±0.00 ^{Aa}	28.0±1.41 ^{Cb}	32.5±2.12 ^{Bb}
X3B	2.0±0.00 ^{Aa}	18.5±0.71 ^{ABb}	27.0±0.00 ^{ABc}
II. Uygulama Örnekleri			
Y1A	7.0±1.41 ^{Aa}	27.5±2.12 ^{Cb}	38.5±2.12 ^{Cc}
Y1B	7.5±0.71 ^{Aa}	17.5±0.71 ^{ABb}	23.0±2.83 ^{Ab}
Y2A	2.5±0.71 ^{Aa}	19.0±1.41 ^{ABb}	30.0±1.41 ^{Bb}
Y2B	3.5±0.71 ^{Aa}	15.0±1.41 ^{Ab}	25.0±1.41 ^{ABb}
Y3A	7.0±1.41 ^{Aa}	28.0±1.41 ^{Cb}	29.5±0.71 ^{Bb}
Y3B	7.0±1.41 ^{Aa}	24.0±1.41 ^{BCb}	28.5±2.12 ^{Bb}

¹: Bkz Çizelge 4.4

Sonuçlar iki tekkerür ortalaması şeklinde verilmiştir.

*: Aynı sütundaki farklı büyük harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı satırdaki farklı küçük harfler depolama günleri arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.01).

İstatistiki analiz sonucunda ayran örneklerinin faz ayrılması değerlerinde örnek ve depolama günleri arasında interaksiyon tespit edilmiştir.

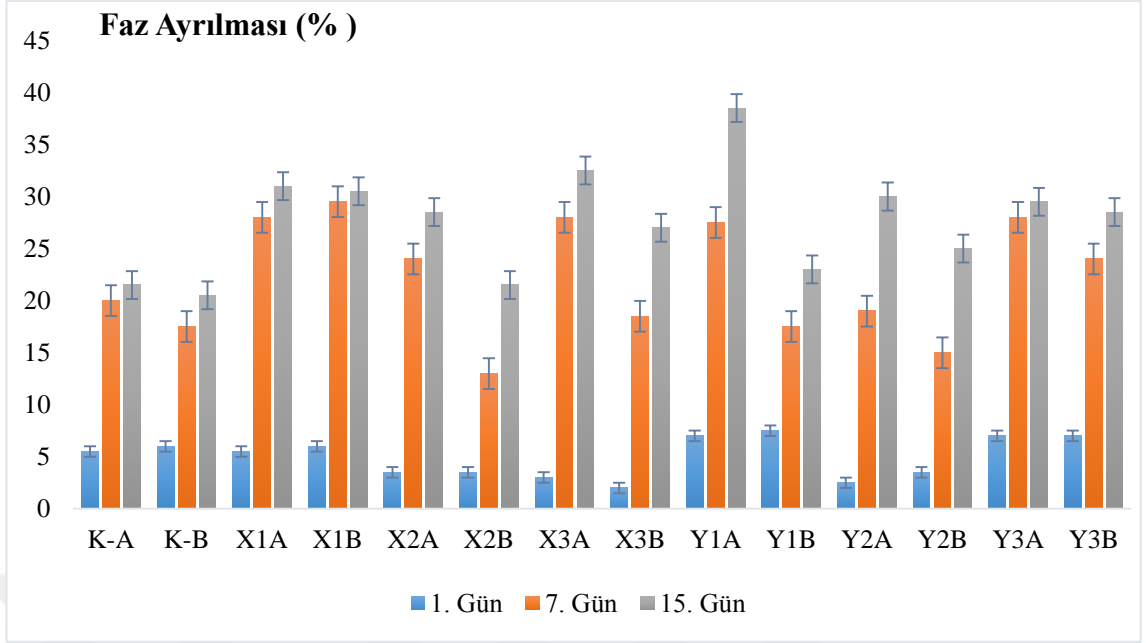
Depolamanın 1. gününde ayran örneklerinde tespit edilen faz ayrılması değerleri arasında önemli bir fark bulunmazken (p>0.05), 7. ve 15. günlerde örnekler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir (p<0.05). Bununla birlikte depolamanın 1. gününde en düşük faz ayrılması (% 2.0) X3B örneğinde, en yüksek faz ayrılması (% 7.5) ise Y1B örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.12). Depolamanın ileriki günlerinde (7. ve 15. gün)

elde edilen sonuçlar transglutaminaz enzimi ilavesinin ayran örneklerinde faz ayrılması değerini önemli ölçüde azalttığını göstermiştir ($p < 0.01$). Transglutaminaz enziminin bu olumlu etkisi aynı konuda yapılan çalışmalarda da belirlenmiştir (Şanlı 2009, Şanlı vd. 2011, Shirkhani vd. 2013, Shirkhani vd. 2015). Ancak çizelge 4.11 ve şekil 4.3 genel olarak değerlendirildiğinde peyniraltı suyu ilavesinin ayranında faz ayrılmasını artırdığı görülmektedir.

Düşük pH değerine sahip olan ayran stabil olmayan bir yapıya sahiptir (Ertugay vd. 2012). Bu nedenle, ayranlarda depolama süresince faz ayrımının görüldüğü birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Ergüllü ve Demiryol 1983, Gönç vd. 1989, Şimşek 1995, Atamer vd. 1999, Köksoy ve Kılıç 2003, Tamuçay-Özünü ve Koçak 2010a, b, c, Şanlı vd. 2011, Erkaya vd. 2015). Depolama süresince ayranında faz ayrılmasının artışı, ayranına ilave edilen tuza ve pH değerinin düşmesine bağlı olarak kazein miselleri arasındaki elektrostatik kuvvetin artmasıyla açıklanmaktadır (Schkoda vd. 1999, Köksoy ve Kılıç 2003, Özdemir 2004).

Ayranında faz ayrılması kaliteyi etkilediği için ayran stabilitesini etkileyen faktörler üzerinde de önemli çalışmalar yapılmıştır (Ergüllü ve Demiryol 1983, Güventürk 1989, Şimşek 1995, Atamer vd. 1999, Köksoy ve Kılıç 2003, Köksoy ve Kılıç 2004, Tamuçay-Özünü vd. 2007, Tamuçay-Özünü ve Koçak 2010a, b, c). Bu çalışmalarda ayran stabilitesine etki eden faktörler, sütün (hammaddenin) kurumadde özellikle de protein oranı ve tuz dengesi ile hammaddeye uygulanan işlemler (homojenizasyon, ısıtma işlemi, stabilizör ilavesi vb.) olarak belirtilmiştir.

Sütten ayran üretiminde ayran kurumadde oranını arttırmak faz ayrılmasını azaltmaktadır (Ergüllü ve Demiryol 1983). Bu çalışmada üretilen ayran örneklerinde peyniraltı suyu ilavesi kurumadde oranlarını artırmıştır (Çizelge 4.4). Buna karşın faz ayrılması geleneksel ayran üretimindeki gibi azalmamış aksine artmıştır. Bu da esas olarak kurumadde artışına neden olan materyallerin (süt ve peyniraltı suyu) bileşimlerinin farklılığından özellikle de protein ve tuz dengesi farklılıklarından ileri gelmektedir (Tamuçay-Özünü vd. 2007).



Şekil 4.3 Ayran örneklerinin faz ayrılması değerleri

4.2.9 Dinamik reolojik testler

Sıvıların akış davranışlarını belirleyen reolojik özelliklerin incelenmesi ile ürünün fiziksel yapısı ortaya konmaktadır. Bu amaçla sıvıların viskozitesi ve akış modeli belirlenmektedir.

Akışkanların paralel tabakalardan oluştuğu ve akış sırasında bu paralel tabakaların birbirinin üzerinden kaydığı kabul edilmektedir. Hareketi başlatmak amacıyla sıvının iç sürtünmesine bağlı olarak uygulanması gereken kuvvetin (F) birim alana (A) düşen kısmı kayma gerilimi (F/A) olarak adlandırılmaktadır. Tabakaların hareketine engel olan sıvıların iç sürtünmesine ise viskozite adı verilmektedir.

Sıvıların reolojik özellikleri ortaya konarken uygulanan kayma hızına karşılık elde edilen kayma gerilimi belirlenmektedir. Viskoziteleri kayma hızından bağımsız olan akışkanlar Newtonian akışkan olarak sınıflandırılırken, kayma hızına bağlı olarak viskozitesi değişiklik gösteren akışkanlar Newtonian olmayan akışkan olarak değerlendirilmektedir (Steffe 1996, Collyer ve Clegg 1998).

Newtonian akış gösteren sıvılarda viskozite değeri viskozite katsayısı (η) ile ifade edilmektedir.

$$\sigma = \eta \cdot \dot{\gamma}$$

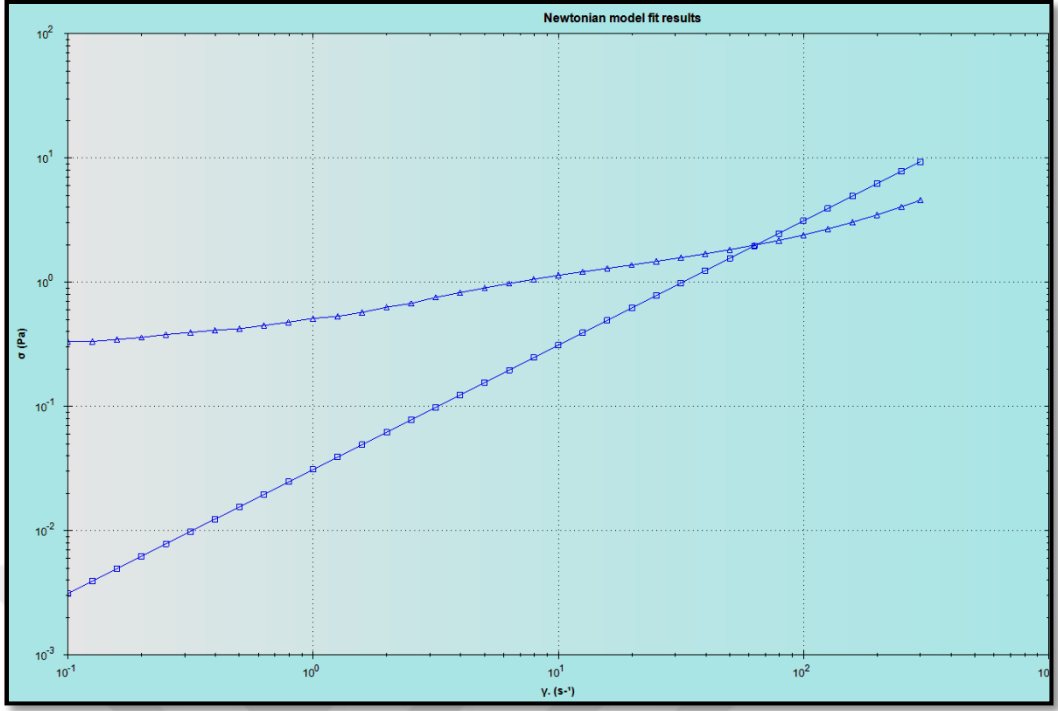
Burada σ kayma gerilimini, η viskozite katsayısını, $\dot{\gamma}$ kayma hızını göstermektedir. Newtonian akış tipinde kayma hızı ve kayma gerilimi arasında doğru orantı bulunmaktadır (Steffe 1996).

Newtonian olmayan akış tipinde ise kayma hızı değişimine bağlı olarak viskozite azalabilir (pseudoplastik akış) veya artabilir (dilatant akış). Bu tip sıvılarda viskozite değerinden bahsetmek mümkün değildir. Newtonian olmayan akışkanlarda viskozite değeri yerine kıvam indeksi değeri kullanılmaktadır. Sıvının kayma hızına karşılık tespit edilen kayma gerilimi değerleri göz önünde bulundurularak akış modeli belirlenmekte ve akış modelinin denklemi kullanılarak kıvam indeksi değeri hesaplanmaktadır.

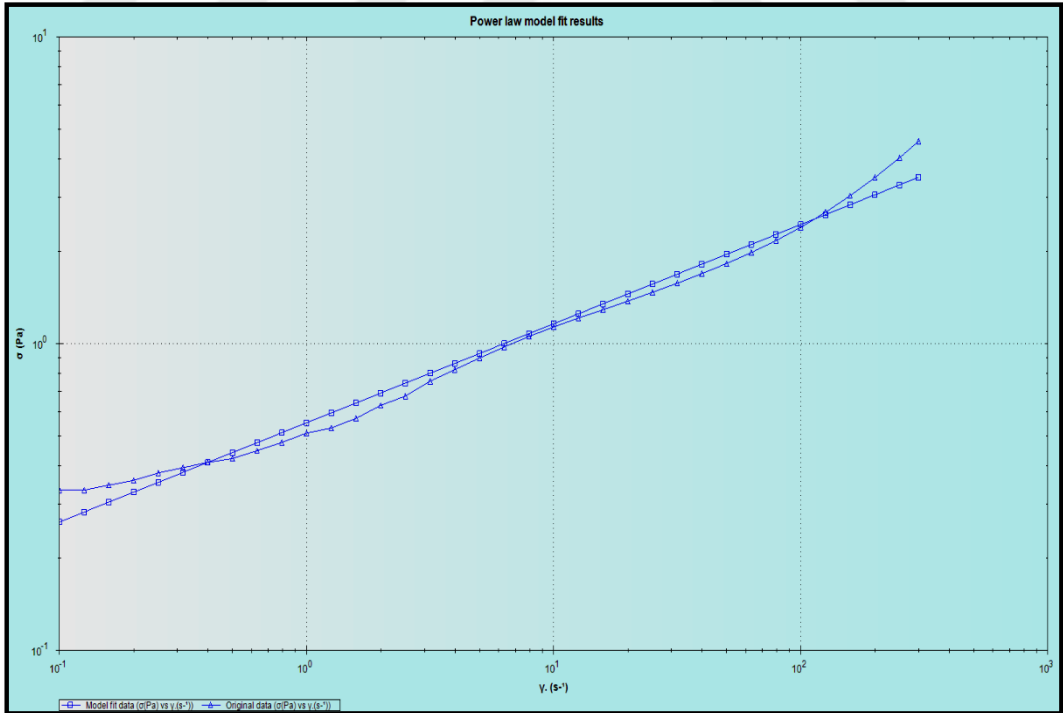
Ayran örneklerinde yapılan reolojik testler sonucunda örneklerin kayma hızı-kayma gerilimi grafiği elde edilmiştir. Buna göre ayran örneklerinin pseudoplastik akış gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca elde edilen grafiğin başta Newton ve Power-Law akış modelleri olmak üzere farklı akış modellerine uygunluğu test edilmiştir (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5). En yüksek korelasyon değerlerine ($R^2 > 0.99$) Power-Law akış modellerinde rastlanmış ve bu nedenle hesaplamalar Power-Law akış modeline göre yapılmıştır. Power Law akış modeline ait denklem aşağıda verilmiştir.

$$\sigma = K \cdot \dot{\gamma}^n$$

Burada σ kayma gerilimini, K kıvam indeksini, $\dot{\gamma}$ kayma hızını ve n akış davranış indeksini ifade etmektedir (Steffe 1996, Collyer ve Clegg 1998).



Şekil 4.4 K-A örneğine ait kayma hızı-kayma gerilimi grafiğinin Newtonian akış modeline uygunluğu



Şekil 4.5 K-A örneğine ait kayma hızı-kayma gerilimi grafiğinin Power Law akış modeline uygunluğu

Ayran örneklerinin 15 günlük depolama süresince belirlenen kıvam indeksi (K) ve akış davranış indeksi (n) değerleri standart hatalarıyla birlikte çizelge 4.13'te verilmiştir.

Akış davranış indeksi akış tipinin Newtonian akışa ne kadar yakın olduğunu göstermektedir. Akış davranış indeksi 1 olan sıvılarda akış Newtonian akış modeline uygunken 1'in altında pseudoplastik akış, 1'in üstünde dilatant akış modeline uygun olmaktadır.

Ayran örneklerinde akış davranış indeksi açısından birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Peyniraltı suyu ve transglutaminaz enzimi ilavesi ayranın akış tipinde bir değişikliğe neden olmamıştır. Tüm örnekler göz önünde bulundurulduğunda 0.28-0.44 arasında akış davranış indeksi değerleri elde edilmiştir. Buna göre de ayran örneklerinin pseudoplastik akış gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.13 Ayran örneklerinin kıvam indeksi (K) Pa.s ve akış davranış indeksi (n) değerleri ($\bar{x} \pm S \bar{x}$)

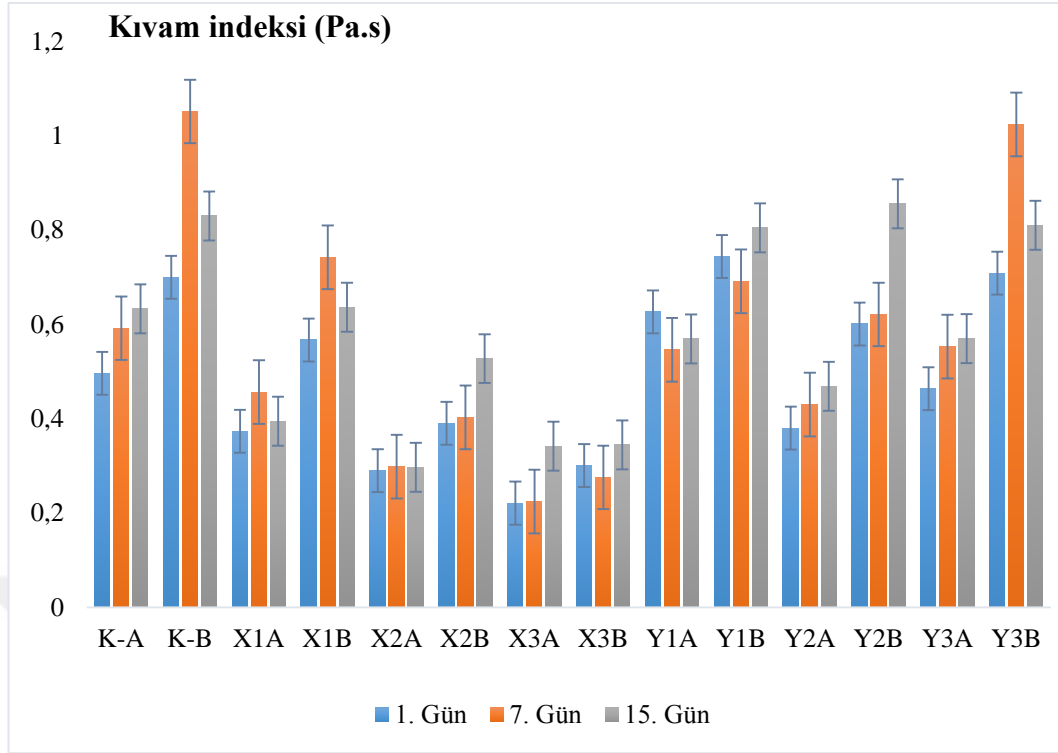
Örnekler ¹	1. Gün		7. Gün		15. Gün	
	K	n	K	n	K	n
K-A	0.50±0.191 ^{BCDE*}	0.32±0.019 ^A	0.59±0.011	0.31±0.028	0.63±0.064	0.28±0.009
K-B	0.70± 0.159 ^E	0.34±0.040 ^A	1.05±0.129	0.28±0.016	0.83±0.024	0.31±0.001
I. Uygulama Örnekleri						
X1A	0.37±0.070 ^{ABC}	0.38±0.016 ^{AB}	0.46±0.030	0.34±0.023	0.40±0.063	0.33±0.014
X1B	0.57±0.048 ^{CDE}	0.34±0.018 ^{AB}	0.74±0.143	0.31±0.028	0.64±0.116	0.32±0.015
X2A	0.29±0.146 ^{AB}	0.41±0.060 ^{AB}	0.30±0.064	0.36±0.051	0.30±0.141	0.38±0.050
X2B	0.39±0.046 ^{ABC}	0.32±0.058 ^{AB}	0.40±0.068	0.36±0.036	0.53±0.069	0.34±0.043
X3A	0.22±0.074 ^A	0.44±0.060 ^B	0.22±0.077	0.40±0.052	0.34±0.208	0.39±0.087
X3B	0.30± 0.045 ^{AB}	0.38±0.053 ^{AB}	0.28±0.013	0.38±0.015	0.34±0.001	0.37±0.006
II. Uygulama Örnekleri						
Y1A	0.63±0.073 ^{BCDE}	0.33±0.010 ^{AB}	0.55±0.040	0.30±0.003	0.57±0.064	0.33±0.007
Y1B	0.74±0.156 ^{DE}	0.32±0.021 ^A	0.69±0.146	0.30±0.025	0.81±0.136	0.32±0.019
Y2A	0.38±0.041 ^{ABC}	0.38±0.043 ^{AB}	0.43±0.030	0.34±0.034	0.47±0.003	0.30±0.002
Y2B	0.60±0.003 ^{CDE}	0.32±0.009 ^{AB}	0.62±0.055	0.32±0.026	0.86±0.273	0.30±0.028
Y3A	0.46±0.039 ^{ABCD}	0.35±0.016 ^{AB}	0.55±0.042	0.31±0.023	0.57±0.013	0.30±0.010
Y3B	0.71±0.032 ^E	0.31±0.018 ^A	1.02±0.143	0.29±0.055	0.81±0.028	0.30±0.005

¹: Bkz Çizelge 4.4

Sonuçlar iki tekkerür ortalaması şeklinde verilmiştir.

*: Aynı sütundaki farklı büyük harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Yapılan istatistiki değerlendirmeye göre kıvam indeksi ile akış davranış indeksi değerleri açısından depolama günleri arasındaki farklılığın önemsiz olduğu saptanmıştır (p>0.05). Her iki parametre için de örnekler arasındaki farklılık depolamadan bağımsız olarak önemli bulunmuştur (p<0.05).



Şekil 4.6 Ayran örneklerinin kıvam indeksi (K) değerleri

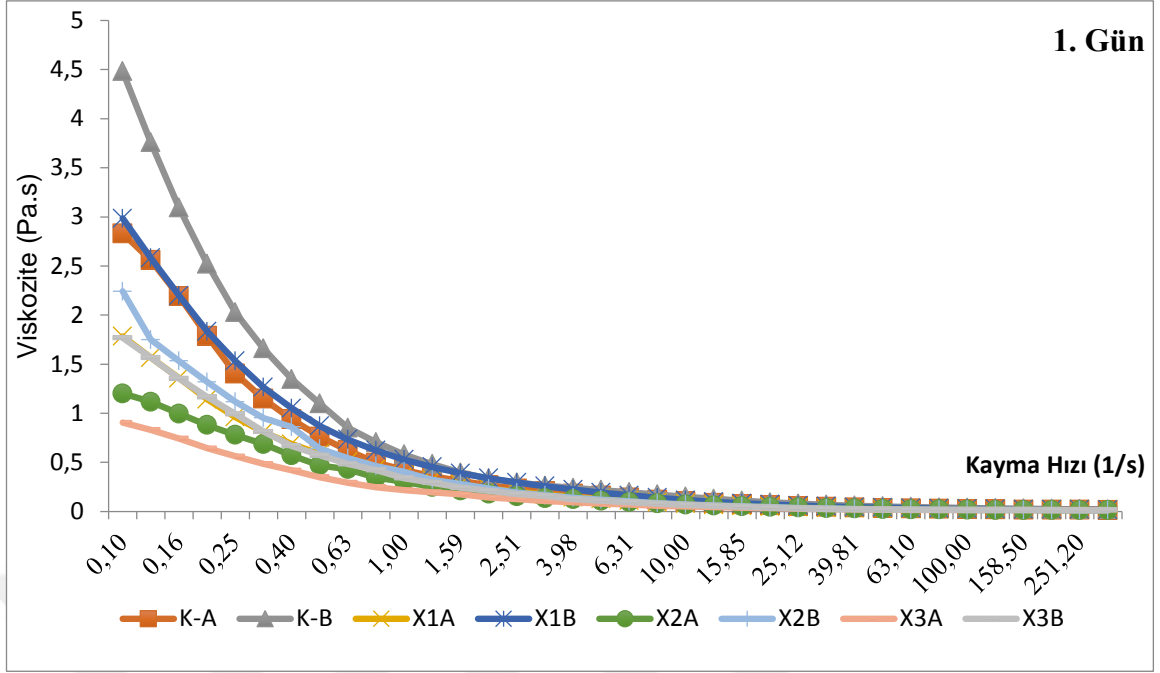
Çizelge 4.12 ve şekil 4.6 incelendiğinde transglutaminaz ilavesinin ayran örneklerinde kıvam indeksi değerini artırdığı görülmektedir. Proteinler arası çapraz bağlanma sağladığı bilinen transglutaminaz enziminin ayranın reolojik özelliklerini geliştirdiği söylenebilir. Transglutaminaz enziminin 4.2.8 bölümünde verilen faz ayrılmasındaki etkisiyle kıvam indeksi üzerindeki etkisi birbirini doğrular niteliktedir. Çünkü viskozite artışı genel olarak faz ayrılmasını azaltmaktadır (Tamuçay-Özünü ve Koçak 2010a, b, c). Ancak Y1A ve Y1B örnekleri haricinde peyniraltı suyu içeren ayranlarda kıvam indeksi değerlerinin kontrol örneklerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durumun Y1A ve Y1B örneklerinin en düşük oranda peyniraltı suyu içeren örnekler olmasından ileri geldiği söylenebilir. Belirli oranın üstünde peyniraltı suyu ilavesinin ayranın viskozitenin düşmesine neden olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar da faz ayrılması sonuçlarıyla uyumaktadır. Ancak bu düşüşün transglutaminaz enzimi kullanımı ile kontrol altına alınabileceği görülmüştür.

Depolama süresince genel olarak ayran örneklerinin kıvam indeksi değerlerinde bir artış eğilimi gözlenmiştir. Katsiari vd. (2002) tarafından yürütülen bir çalışmada da benzer

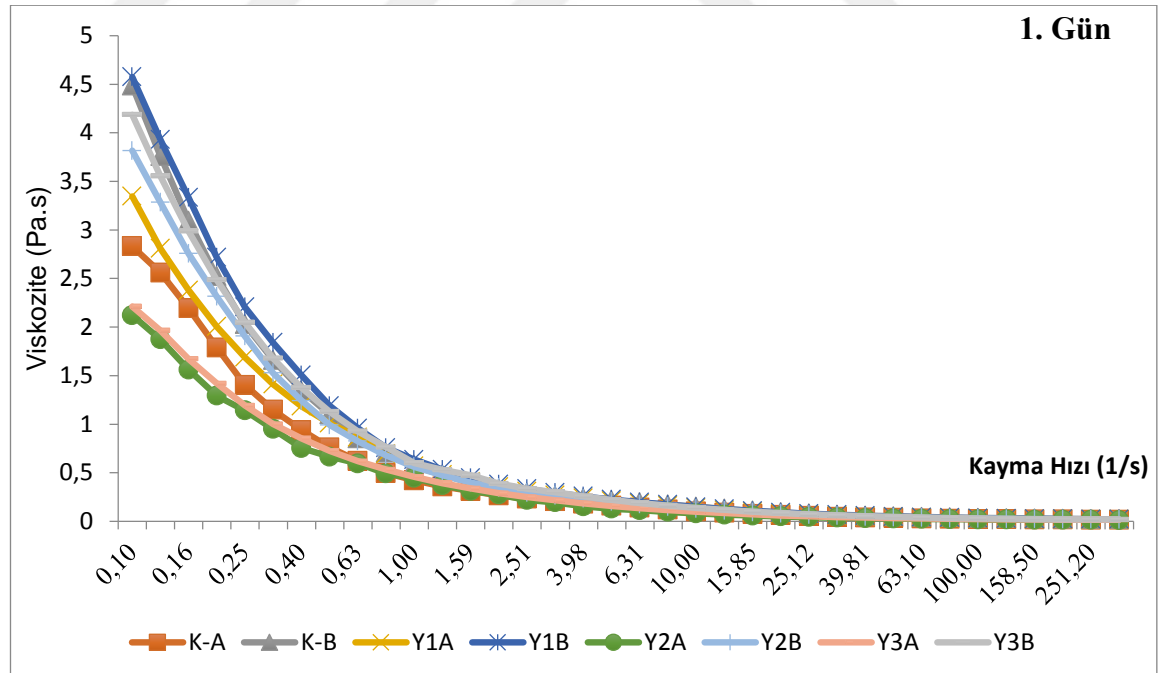
şekilde koyun sütünden elde edilen pıhtısı kırılmış tip yoğurt örneklerinin 4°C sıcaklıkta 14 günlük depolanması ile görünür viskozite değerlerinin arttığı belirtilmiştir.

Birinci ve ikinci uygulama örneklerinin 1., 7. ve 15. günlerdeki kayma hızı- viskozite grafikleri şekil 4.7-4.12'de verilmiştir. Kıvam indeksi değerleri sonuçlarına benzer şekilde en yüksek viskozite değerlerine peyniraltı suyu içermeyen transglutaminaz ilaveli K-B örneğinde rastlanmıştır. Peyniraltı suyu ilaveli ayran örneklerinde viskozite değerleri kontrol örneklerinden daha düşük bulunmuştur.

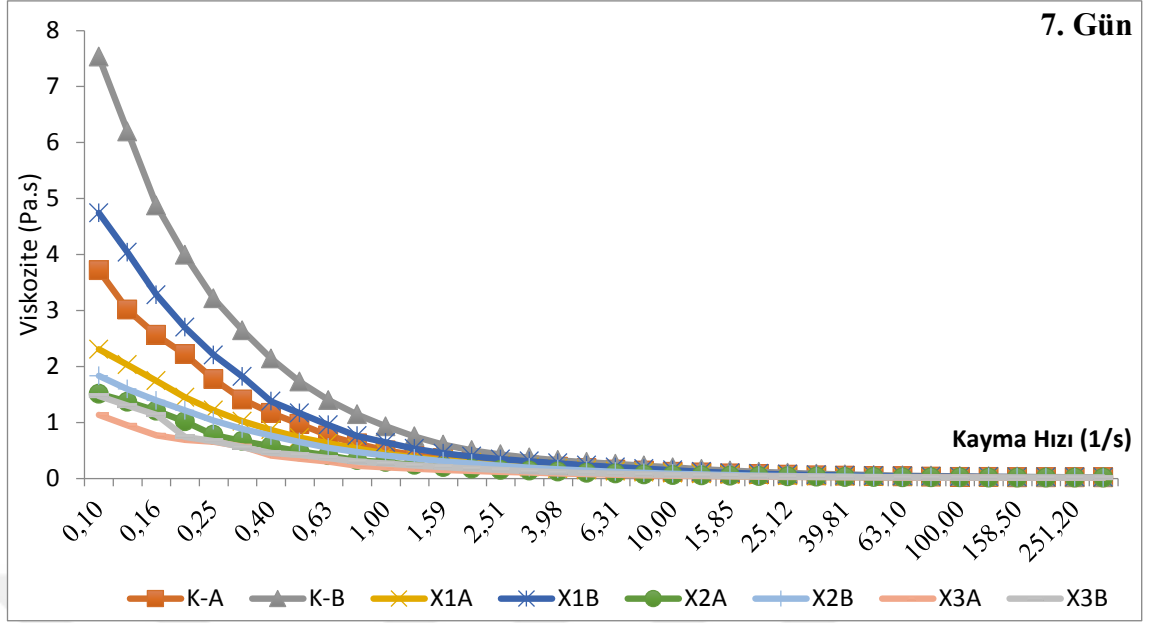




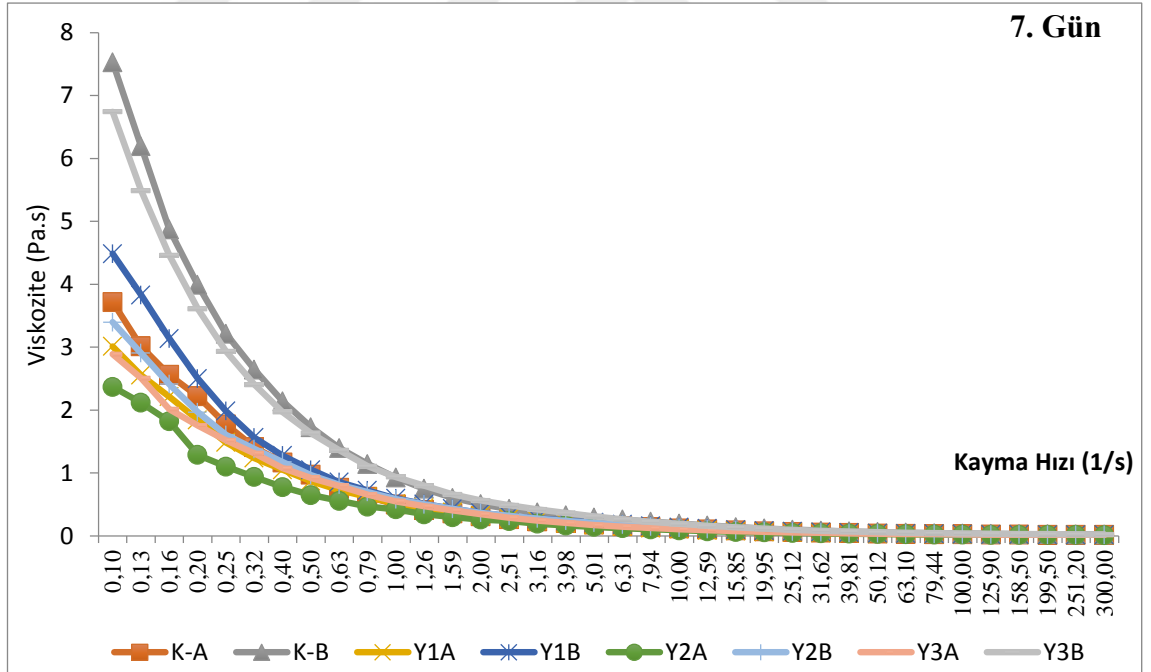
Şekil 4.7 Birinci uygulama ayran örneklerinin 1. depolama gününe ait kayma hızı-viskozite grafikleri



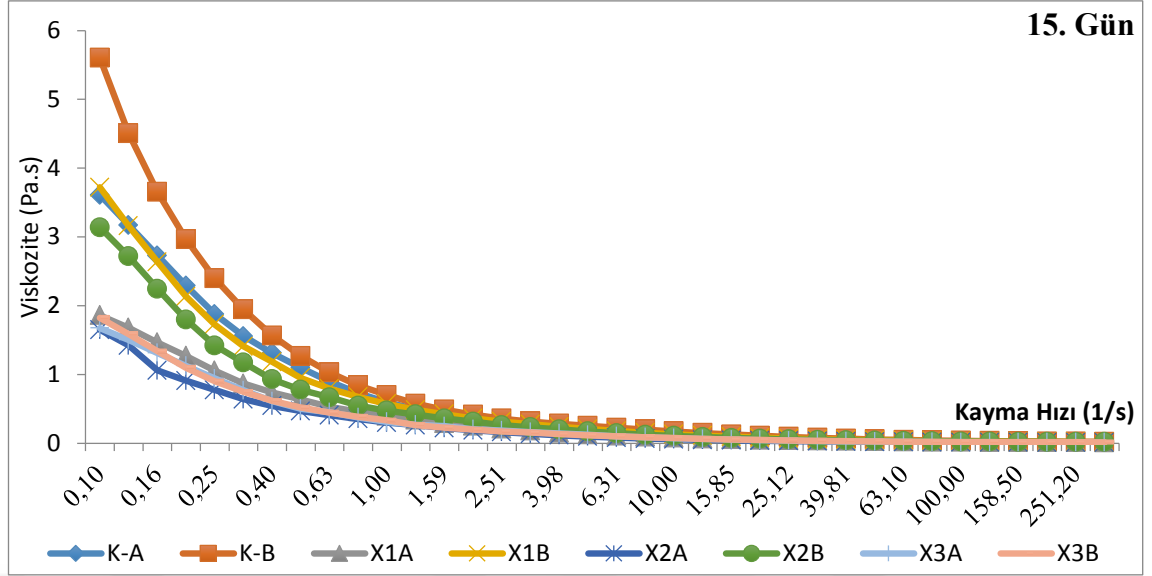
Şekil 4.8 İkinci uygulama ayran örneklerinin 1. depolama gününe ait kayma hızı-viskozite grafikleri



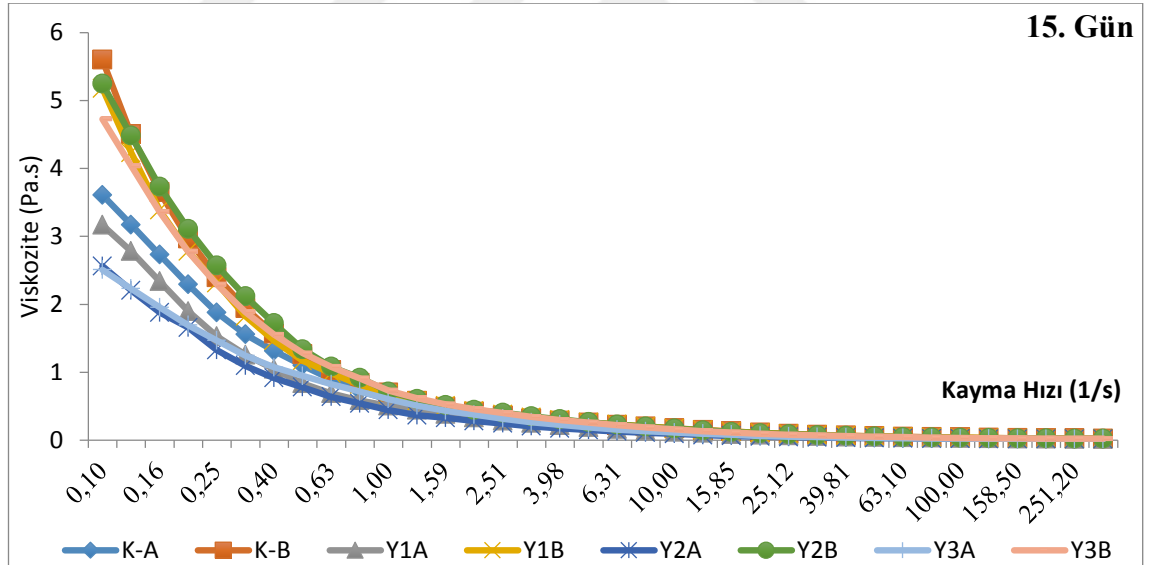
Şekil 4.9 Birinci uygulama ayran örneklerinin 7. depolama gününe ait kayma hızı-viskozite grafikleri



Şekil 4.10 İkinci uygulama ayran örneklerinin 7. depolama gününe ait kayma hızı-viskozite grafikleri



Şekil 4.11 Birinci uygulama ayran örneklerinin 15. depolama gününe ait kayma hızı-viskozite grafikleri



Şekil 4.12 İkinci uygulama ayran örneklerinin 15. depolama gününe ait kayma hızı-viskozite grafikleri

Ayran üretiminde reolojik özellikleri iyileştirmek amacıyla transglutaminaz enzimi ilavesi dışında farklı çalışmalar da yapılmıştır.

Dayanıklı ayran üretiminde kıvamı artırmak amacıyla pektin kullanılan bir çalışmada ilave edilen pektin miktarına bağlı olarak ayran örneklerinin viskozite değerlerinin arttığı bildirilmiştir (Atamer vd. 1999). Ayran üretiminde farklı oranlarda katkı maddeleri (locust bean gum, guar gum, jelatin, pektin) ilave edilerek reolojik özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği diğer bir çalışmada ise % 0.25 oranında gum ilave edilen ayranlarda viskozitenin arttığı bildirilmiştir (Köksoy ve Kılıç 2004).

Yağ oranının ve yine guar gum, locust bean gum ilavesinin ayranın reolojik özellikleri üzerine etkisinin incelendiği başka bir çalışmada yarım yağlı ayranlarda kıvam indeksi değerinin 0.40 mPas olarak bulunduğu, tam yağlı ayranlarda viskozitenin önemli düzeyde arttığı (0.81 mPas) ve katkı ilavesinin düşük viskoziteye neden olduğu bildirilmiştir (Bayraktaroğlu 2008).

Ayran da dahil olmak üzere asitlendirilmiş süt içeceklerinin duyu ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada pektin veya karboksimetil selüloz ilave edilen örneklerde viskozitenin önemli ölçüde etkilendiği bildirilmiştir (Janhoj vd. 2008).

4.2.10 Aroma profili

Ayran örneklerinde ayranın aromasında büyük rol oynadığı bilinen asetaldehit, diasetil ve aseton miktarları ile diğer aroma bileşikleri de belirlenmiştir.

Birinci uygulama ayran örneklerinin 15 günlük depolama süresince tespit edilen asetaldehit, diasetil, aseton miktarları ve asetaldehit:aseton oranı çizelge 4.14'te, ikinci uygulama ayran örneklerinin çizelge 4.15'te verilmiştir. Bunlara ait grafikler ise şekil 4.13-4.14'te yer almaktadır.

Çizelge 4.14 Birinci uygulama ayran örneklerinin asetaldehit, diasetil, asetoin miktarları, ppm

Örnekler ¹	Depolama	Asetaldehit	Diasetil	Asetoin	Asetaldehit:Asetoin
K-A	1. Gün	14.39±1.146	9.55±1.306	14.84±0.965 ^{AB}	0.97
	7. Gün	12.99±1.160	11.77±1.450	21.71±1.788	0.60
	15. Gün	10.05±0.559	11.40±1.471	14.90±0.438	0.67
K-B	1. Gün	16.03±4.241	15.88±1.494	19.76±1.506 ^{AB}	0.81
	7. Gün	14.15±0.448	19.53±0.737	20.04±2.357	0.71
	15. Gün	8.66±1.245	9.93±1.807	12.96±0.870	0.67
X1A	1. Gün	15.63±2.162	13.06±0.431	22.44±2.111 ^{AB}	0.70
	7. Gün	15.05±1.315	17.53±3.048	19.68±1.563	0.76
	15. Gün	11.14±1.110	14.30±1.386	14.98±0.559	0.74
X1B	1. Gün	12.02±2.531	10.36±0.969	21.7±1.564 ^{AB}	0.55
	7. Gün	10.87±0.870	17.07±1.761	21.09±3.343	0.52
	15. Gün	13.05±0.813	12.82±2.249	11.55±1.803	1.13
X2A	1. Gün	15.62±1.506	15.38±1.786	25.17±1.428 ^B	0.62
	7. Gün	13.96±0.160	15.87±3.514	28.41±1.874	0.49
	15. Gün	12.33±0.877	10.10±0.403	14.70±1.485	0.84
X2B	1. Gün	14.83±1.577	13.73±1.054	23.07±3.465 ^{AB}	0.64
	7. Gün	14.34±0.700	14.15±4.921	26.15±3.329	0.55
	15. Gün	15.45±4.207	14.40±1.584	13.60±1.160	1.14
X3A	1. Gün	12.89±1.605	16.18±0.495	17.92±2.807 ^{AB}	0.72
	7. Gün	12.25±0.940	11.64±1.421	26.29±3.551	0.47
	15. Gün	12.78±1.737	11.67±1.803	10.51±0.622	1.22
X3B	1. Gün	12.36±0.792	11.89±0.559	17.35±2.171 ^{AB}	0.71
	7. Gün	10.26±0.311	11.24±1.209	24.00±3.353	0.43
	15. Gün	10.87±1.414	13.09±1.061	10.33±0.686	1.05

¹: Bkz Çizelge 4.4

Sonuçlar iki tekterür ortalaması şeklinde verilmiştir.

*: Aynı sütundaki farklı büyük harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Çizelge 4.15 İkinci uygulama ayran örneklerinin asetaldehit, diasetil, asetoin miktarları, ppm

Örnekler ²	Depolama	Asetaldehit	Diasetil	Asetoin	Asetaldehit:Asetoin
K-A	1. Gün	14.39±1.146	9.55±1.306	14.84±0.965 ^{AB}	0.97
	7. Gün	12.99±1.160	11.77±1.450	21.71±1.788	0.60
	15. Gün	10.05±0.559	11.40±1.471	14.90±0.438	0.67
K-B	1. Gün	16.03±4.241	15.88±1.494	19.76±1.506 ^{AB}	0.81
	7. Gün	14.15±0.448	19.53±0.737	20.04±2.357	0.71
	15. Gün	8.66±1.245	9.93±1.807	12.96±0.870	0.67
Y1A	1. Gün	14.02±0.700	15.22±1.082	22.76±2.517 ^{AB}	0.62
	7. Gün	12.10±0.255	18.24±0.453	22.41±3.700	0.54
	15. Gün	12.20±1.287	12.65±2.046	10.04±0.361	1.22
Y1B	1. Gün	12.92±1.789	11.60±1.633	21.45±1.358 ^A	0.60
	7. Gün	13.57±0.962	17.31±1.252	16.10±2.724	0.84
	15. Gün	9.46±1.273	11.87±0.803	13.00±0.305	0.73
Y2A	1. Gün	12.42±3.309	11.21±1.202	19.21±0.679 ^A	0.65
	7. Gün	11.64±1.301	16.90±0.728	14.86±1.124	0.78
	15. Gün	15.56±4.264	12.66±1.398	15.32±0.537	1.02
Y2B	1. Gün	10.37±0.368	10.73±2.284	19.14±0.453 ^A	0.54
	7. Gün	10.85±1.131	13.93±2.622	19.89±2.024	0.55
	15. Gün	13.76±2.885	13.71±1.895	9.33±0.007	1.47
Y3A	1. Gün	11.99±1.563	13.05±0.325	17.88±1.556 ^A	0.67
	7. Gün	11.32±1.188	16.19±1.061	19.63±1.195	0.58
	15. Gün	12.14±1.973	13.06±0.707	11.13±1.245	1.09
Y3B	1. Gün	10.14±0.622	12.59±0.573	17.54±2.371 ^A	0.58
	7. Gün	11.98±2.737	17.35±0.276	22.44±2.730	0.53
	15. Gün	9.95±0.891	11.01±0.396	10.88±0.700	0.91

¹: Bkz Çizelge 4.4

Sonuçlar iki tekkerür ortalaması şeklinde verilmiştir.

*: Aynı sütundaki farklı büyük harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Ayran örneklerinin temel aroma bileşenlerinin istatistik değerlendirmesinde asetaldehit miktarları açısından örnekler arasındaki farklılığın önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$). Ayrıca depolamanın da asetaldehit miktarı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür ($p<0.05$). Ancak depolama süresince diasetil ve asetoin miktarları önemli derecede değişim göstermiştir ($p<0.05$). Ayran örneklerinin diasetil miktarları 7. depolama gününde önemli derecede artış ($p<0.05$) ve 15. depolama gününde ise önemli bir düşüş göstermiştir ($p>0.05$). Ancak 15. depolama gününde tespit edilen diasetil miktarları ile 1. depolama günü arasındaki farklılık önemsizdir ($p>0.05$). Başka bir deyişle ayran örneklerin diasetil içerikleri 7. günde büyük bir artış göstermesine karşın, depolama sonundaki değişim 1. depolama günü ile kıyaslandığında önemsiz bulunmuştur.

Ayran örneklerinin depolama süresince asetoin miktarlarının değişimi arasındaki farklılık önemlidir ($p<0.05$). 1. ve 7. depolama günlerinde tespit edilen asetoin miktarları arasındaki fark önemsizken ($p>0.05$); 15. depolama gününde önemli bir değişim göstermiştir ($p<0.05$).

Asetoin miktarları açısından ayran örnekleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Farklılıklar çizelge 4.14-4.15'te 1. depolama günleri yanında verilmiştir. Peyniraltı suyu içeren örneklerin asetoin miktarları kontrol örneğinden farklı bulunmamıştır ($p>0.05$). Ayrıca uygulama içinde de örnekler arasındaki farklılık önemli değildir ($p>0.05$).

Karakteristik yoğurt aromasının algılanması üzerine asetaldehit:asetoin oranının etkisi olduğu bilinmektedir. Bu oranının 1'e yakın olması yoğurt aroması açısından gereklidir. Bazı birinci uygulama örneklerinin (X2A, X3A ve X3B) depolamanın 7. günü sonuçları dışında rekonstitüye peyniraltı suyu ilaveli ayran örneklerinde asetaldehit:asetoin oranının 0.5'in üzerinde olduğu görülmektedir.

Birinci uygulama ayran örneklerinin 15 günlük depolama süresince tespit edilen diğer aroma bileşiklerinin miktarları çizelge 4.16'da, ikinci uygulama ayran örneklerininki çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.16 Birinci uygulama ayran örneklerinin bazı aroma bileşenleri miktarları, ppm

Örnekler ¹		Hekzanal	2-Oktanon	2-Butanon-3-metil-	2.3-Pentanedion	Asetik asit	2-Nonanon	Benzaldehit	2-Undecanon	Etanol
K-A	1. Gün	17.70±1.595	1.05±0.255	1.92±0.042	10.17±3.500	1.14±0.074	TE	TE	TE	TE
	7. Gün	14.91±1.112	6.37±0.163	10.55±0.240	15.00±3.486	1.21±0.078	TE	TE	TE	TE
	15. Gün	13.89±0.340	1.70±0.035	12.48±0.035	9.12±0.856	1.35±0.141	1.37±0.276	2.12±0.263	1.10±0.092	0.35±0.218
K-B	1. Gün	20.92±0.751	2.01±1.182	0.99±0.283	11.80±1.895	0.70±0.037	1.15±0.064	TE	TE	TE
	7. Gün	14.42±1.457	5.32±0.941	11.29±0.486	15.26±0.722	0.89±0.240	TE	TE	TE	TE
	15. Gün	10.91±0.821	1.63±0.071	12.09±0.071	6.17±0.962	0.75±0.042	1.17±0.247	4.12±0.46	1.48±0.518	TE
X1A	1. Gün	20.44±2.010	2.22±0.693	3.12±0.180	10.77±0.291	1.36±0.841	TE	TE	TE	TE
	7. Gün	10.48±0.494	5.97±1.138	17.88±1.987	13.62±1.520	0.72±0.219	TE	TE	TE	TE
	15. Gün	12.26±0.445	4.54±0.877	15.04±0.877	10.03±0.488	0.70±0.537	3.03±0.197	2.04±0.191	2.45±0.82	0.23±0.018
X1B	1. Gün	22.03±1.579	1.61±0.234	2.74±0.146	11.83±1.362	0.56±0.401	1.28±0.332	TE	TE	TE
	7. Gün	18.27±3.190	5.92±0.042	16.24±3.472	16.05±3.277	0.81±0.509	1.47±0.325	1.45±0.24	TE	TE
	15. Gün	13.11±0.481	3.48±2.478	13.13±2.478	11.58±1.853	0.85±0.151	TE	2.11±0.325	1.50±0.339	0.98±0.087
X2A	1. Gün	25.16±1.433	1.33±0.485	3.97±1.973	15.58±4.064	0.25±0.153	0.16±0.203	4.62±1.355	TE	TE
	7. Gün	12.92±2.538	6.48±0.148	17.79±4.939	16.29±5.652	2.63±2.093	2.60±0.803	TE	TE	TE
	15. Gün	12.57±0.594	1.03±0.209	10.46±0.209	13.06±0.335	0.27±0.053	2.87±0.493	4.62±1.344	1.28±0.481	0.79±0.091
X2B	1. Gün	23.61±1.733	3.39±2.058	4.00±2.237	13.98±1.570	0.44±0.106	1.53±0.148	1.92±0.469	TE	TE
	7. Gün	15.69±1.886	9.42±1.230	16.68±1.974	14.95±2.687	2.58±0.976	3.32±1.032	3.07±0.530	TE	TE
	15. Gün	8.01±0.629	1.55±0.707	8.77±0.707	9.35±0.566	0.49±0.305	2.18±1.047	2.76±1.287	2.03±1.423	TE
X3A	1. Gün	14.08±3.140	2.32±0.774	4.23±2.482	13.24±2.573	1.21±0.099	0.99±0.023	TE	TE	TE
	7. Gün	12.42±1.423	6.57±2.010	14.7±0.071	18.04±3.387	1.22±0.629	1.37±0.387	1.98±0.398	TE	TE
	15. Gün	9.34±1.506	4.38±1.188	9.97±1.188	10.80±0.042	0.34±0.078	2.71±0.311	4.28±1.627	1.55±1.280	TE
X3B	1. Gün	19.64±4.721	2.82±1.591	2.39±0.594	12.76±1.973	1.33±0.177	1.14±0.113	TE	TE	TE
	7. Gün	14.14±2.284	6.19±0.856	13.31±0.615	16.08±5.763	0.71±0.205	TE	TE	TE	TE
	15. Gün	12.62±0.523	2.09±0.148	11.82±0.148	11.79±1.648	0.95±0.672	TE	TE	1.45±0.085	TE

¹: Bkz Çizelge 4.4, Sonuçlar iki tekerrür ortalaması şeklinde verilmiştir. TE: Tespit Edilmedi

Çizelge 4.17 İkinci uygulama ayran örneklerinin bazı aroma bileşenleri miktarları, ppm

Örnekler ¹		Hekzanal	2-Oktanon	2-Butanon-3-metil-	2.3-Pentanedion	Asetik asit	2-Nonanon	Benzaldehit	2-Undecanon	Etanol
K-A	1. Gün	17.70±1.595	1.05±0.255	1.92±0.042	10.17±3.500	1.14±0.074	TE	TE	TE	TE
	7. Gün	14.91±1.112	6.37±0.163	10.55±0.240	15.00±3.486	1.21±0.078	TE	TE	TE	TE
	15. Gün	13.89±0.340	1.70±0.035	12.48±0.035	9.12±0.856	1.35±0.141	1.37±0.276	2.12±0.263	1.10±0.092	0.35±0.218
K-B	1. Gün	20.92±0.751	2.01±1.182	0.99±0.283	11.80±1.895	0.70±0.037	1.15±0.064	TE	TE	TE
	7. Gün	14.42±1.457	5.32±0.941	11.29±0.486	15.26±0.722	0.89±0.240	TE	TE	TE	TE
	15. Gün	10.91±0.821	1.63±0.071	12.09±0.071	6.17±0.962	0.75±0.042	1.17±0.247	4.12±0.46	1.48±0.518	TE
Y1A	1. Gün	22.20±0.490	2.90±0.071	2.85±0.191	11.83±1.202	1.30±0.728	0.89±0.116	TE	TE	TE
	7. Gün	15.66±1.332	5.99±0.438	13.47±1.909	16.28±4.37	1.12±0.541	3.86±1.782	2.03±0.120	TE	TE
	15. Gün	13.05±0.177	2.99±0.389	14.65±0.389	10.47±1.153	0.88±0.401	4.93±0.148	5.80±1.015	3.00±0.481	0.14±0.005
Y1B	1. Gün	23.40±2.300	1.88±0.849	2.24±0.163	11.97±2.687	0.55±0.559	1.12±0.057	TE	TE	TE
	7. Gün	15.62±0.539	4.18±0.986	13.15±0.29	15.57±1.414	0.72±0.020	4.47±0.657	3.32±1.047	TE	TE
	15. Gün	12.01±3.309	2.85±0.369	7.92±0.389	9.33±1.039	0.63±0.419	3.12±0.559	1.53±0.365	1.51±0.184	TE
Y2A	1. Gün	20.80±0.110	1.37±0.297	3.16±0.962	14.18±2.121	0.96±0.870	0.43±0.099	TE	TE	TE
	7. Gün	15.56±1.266	3.7±1.756	14.32±1.344	17.47±0.163	0.95±0.184	TE	TE	TE	TE
	15. Gün	6.30±0.827	2.63±0.631	9.79±0.631	13.07±1.980	0.71±0.649	TE	3.48±0.033	2.47±0.396	TE
Y2B	1. Gün	22.77±0.532	2.13±0.481	2.33±0.552	13.76±4.865	1.61±0.198	0.98±0.057	1.7±0.448	TE	TE
	7. Gün	7.99±2.652	2.85±0.539	13.86±0.431	15.48±4.264	1.46±0.153	1.40±0.463	TE	TE	TE
	15. Gün	7.05±2.150	3.99±0.799	15.33±0.799	11.68±0.530	0.56±0.318	2.49±1.732	2.73±0.892	0.60±0.127	TE
Y3A	1. Gün	21.35±2.294	1.72±0.375	2.75±0.021	12.03±2.051	0.68±0.156	1.12±0.184	TE	TE	TE
	7. Gün	13.47±3.536	4.16±0.983	12.63±0.233	18.29±2.758	0.51±0.354	TE	1.89±0.269	TE	TE
	15. Gün	5.69±0.876	2.82±0.940	18.45±0.940	11.10±0.587	0.64±0.158	5.78±0.905	TE	1.09±0.607	TE
Y3B	1. Gün	26.75±0.513	1.42±0.467	2.25±0.962	11.67±1.690	0.67±0.134	1.49±0.624	TE	TE	TE
	7. Gün	10.07±1.374	3.98±1.679	14.12±4.327	17.29±2.546	0.49±0.117	5.40±0.254	TE	TE	TE
	15. Gün	7.60±0.651	1.70±0.159	12.98±0.159	8.85±0.679	0.67±0.29	TE	3.71±0.237	1.39±0.328	2.05±0.278

¹: Bkz Çizelge 4.4, Sonuçlar iki tekerrür ortalaması şeklinde verilmiştir. TE: Tespit Edilmedi

Ayran taze tüketilen ve nispeten daha düşük kurumaddeye sahip bir süt ürünü olduğu için diğer fermente süt ürünlerine göre daha az aroma bileşeni içermektedir. Bu nedenle, ayranın yapılan aroma çalışmalarında esas olarak temel aroma bileşenleri (asetaldehit, diasetil, asetoin gibi) üzerinde durulmuştur (Şanlı 2009, Tamuçay-Özünü ve Koçak 2010a, b, c).

Ayranın aroma profili üzerine sınırlı sayıda çalışma olması nedeniyle daha çok yoğurt aroması üzerine yapılan araştırmalar baz alınmıştır.

Gıda maddelerinde aroma, özellikle tüketici taleplerinin karşılanması açısından oldukça önemli bir özelliktir. Yoğurttan bugüne kadar yapılmış birçok çalışma ile temel aroma bileşenleri ve oluşum mekanizmaları ortaya konmuştur. Yoğurdun karakteristik tat ve aromasını esas olarak, laktik asit gibi uçucu olmayan asitler ile asetaldehit, diasetil, aseton gibi karbonil bileşikler oluşturmuştur (Özer 2006).

Aroma maddelerinin oluşumu ve miktarları üzerine en etkili faktör laktik asit bakterilerinin faaliyetidir. Üretimde kullanılan starter kültür, inkübasyon sıcaklığı ve inkübasyon çıkış pH'sı yoğurt aromasını etkilemektedir (Imhof ve Bosset 1994).

Ayranın aroma profilinin belirlenmesi üzerine gerçekleştirilen bir araştırmada kırmızı böğürtlen ilave edilmiş ayran örneklerinde SPME (Solid Phase Micro-Extraction) tekniğiyle aroma profili çıkartılmıştır. Meyve katkılı ayranlarda aroma bileşenlerinden

- diasetil,
- etil 2-metilpropanoat,
- etil bütanoat,
- etil 2-metilbutanoat,
- hex-3-enol,
- etil hekzanoat ve
- hex-3-enilasetat tespit edilmiştir (Breme ve Guggenbühl 2014). Etil bütanoat, etil hekzanoat gibi esterlerin meyvemsi aroma ile karakterize edildiği belirtilerek örneklerde ayrana özgü aroma maddelerinden yalnızca diasetilin tespit edildiği bildirilmiştir.

Dan vd. (2017) tarafından yürütülen bir çalışmada, *Str. thermophilus* ve *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bakterilerinin hem tek başlarına hem de birlikte kullanımlarıyla fermente süt üretimi yapılmış ve bu örneklerde aroma profili belirlenmiştir. En yüksek sayıda aroma bileşenine *Str. thermophilus*'un tek başına kullanıldığı fermente sütlerde rastlanmıştır. Diasetil, asetoin gibi temel aroma bileşenleri, 2,3-pentanedion ve etanol 15 günlük depolama süresince en fazla *Str. thermophilus*'un tek başına kullanıldığı örneklerde tespit edilmiştir. Depolamanın 1. ve 7. günlerinde en yüksek asetaldehit değeri depolama günlerinde karışık kültür (*Str. thermophilus* + *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) kullanılan örneklerde; depolamanın 15. gününde ise *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un tek başına kullanıldığı örneklerde bulunmuştur. Asetik asit ve 2-nonanon bileşiklerinin karışık kültür kullanımında; 2-undekanon ve benzaldehitin *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un tek başına kullanıldığı örneklerde daha fazla olduğu belirlenmiştir. 2-butanon-3-metil ise depolamanın 1. gününde *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un tek başına kullanıldığı örneklerde; depolamanın 7. ve 15. günlerinde ise *Str. thermophilus*'un tek başına kullanıldığı örneklerde daha fazla miktarda tespit edilmiştir.

Farklı bir çalışmada ise, benzer şekilde yoğurt bakterilerinin ayrı ayrı ve karışık bir şekilde kullanılmasıyla elde edilen yoğurt örneklerinde aroma profili analizi yapılmıştır. Araştırma sonucunda, asetaldehit, asetoin, diasetil, asetik asit, 2,3-pentanedion, 2-nonanon, 2-undekanon ve 3-oktanonun karışık kültür kullanılan örneklerde daha fazla oranlarda çıktığı belirtilmiştir (Settachaimongkon 2014).

Yoğurt aromasında uçucu veya uçucu olmayan asitler ve karbonil bileşikler büyük rol oynamaktadır. Özellikle karbonil bileşiklerin miktarları yoğurdun lezzetini doğrudan etkilemektedir (Kaminarides vd. 2007). Yoğurtta bulunan en önemli karbonil bileşikleri asetaldehit, asetoin, diasetil ve aseton; en önemli asitler asetik, bütanoik ve propiyonik asittir (Routray ve Mishra 2011).

Yoğurdun temel aroma maddesi olan asetaldehit genel olarak yoğurtta 2-40 ppm düzeylerinde bulunurken karakteristik yoğurt aroması için ideal miktar 10-30 ppm civarındadır (Özdemir ve Bodur 1994, Özer 2006, Tunail 2009). Asetaldehit miktarının 4 ppm değerinin altına düşmesiyle yoğurt aroması alınamamaktadır (Özer 2006).

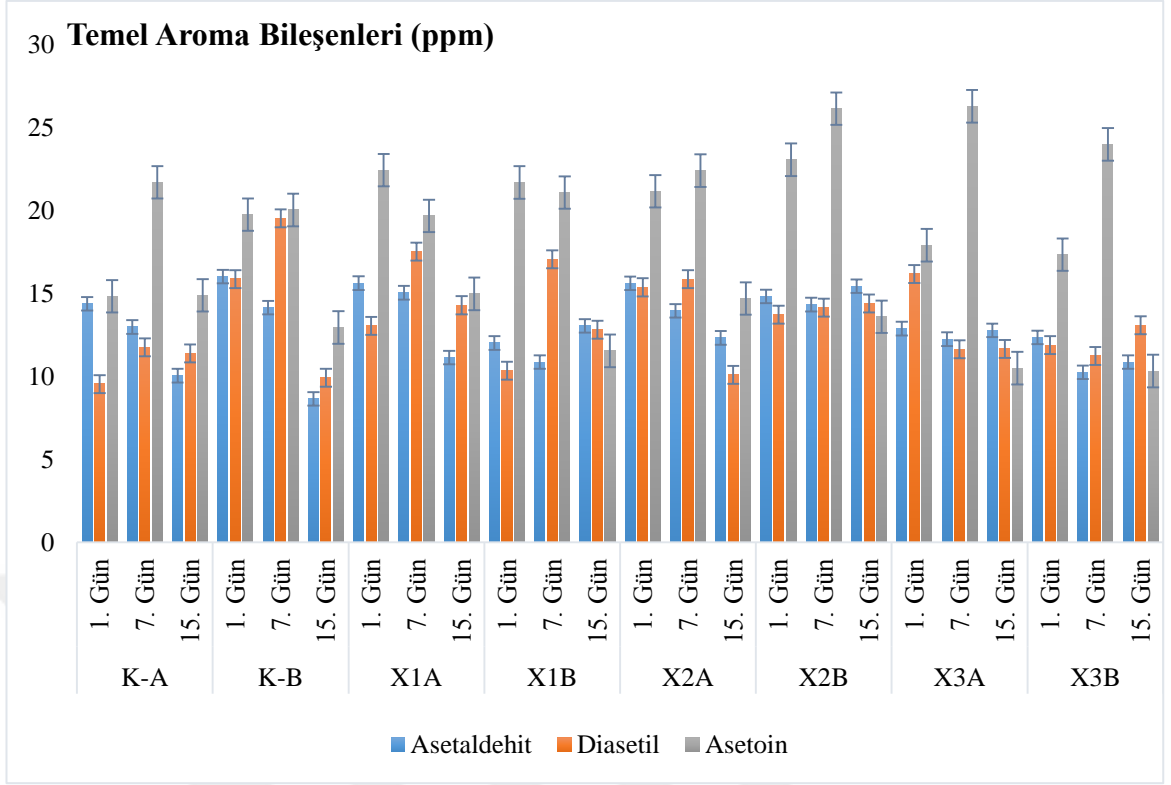
Asetaldehit birkaç farklı yolla oluşabilse de temel yol treonin aldolaza sahip bakterilerin treonin amino asidini asetaldehite parçalamasıdır. Her iki yoğurt bakterisi de bu enzime sahip olmasına karşın asetaldehit oluşumundan daha çok *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sorumludur. Bunun nedeni *Str. thermophilus*'un enziminin sıcaklığa karşı daha duyarlı olması ve inkübasyon sıcaklığında aktivitesini yitirmesidir (Tunail 2009). Yoğurtta asetaldehitin az miktarda bulunması yoğurdun yavan olmasına neden olurken, çok miktarda bulunması da lezzette olumsuzluklara neden olmaktadır.

Tereyağımsı bir tat oluşumuna neden olan diasetil (2,3-bütanedion), yoğurt aromasını sınırlı da olsa etkilemektedir. Özellikle, yoğurtta asetaldehitin düşük miktarlarda bulunduğu durumlarda, aroma üzerindeki etkisi artmaktadır. Kokusuz bir bileşik olan asetoin ise diasetilin diasetil redüktaz enzimi ile meydana gelen reaksiyonu sonucu oluşmaktadır. Diasetil ve asetoin pirüvat metabolizması sırasında laktik asit bakterilerinin sitratı fermente etmesiyle oluşmaktadır (Özer 2006).

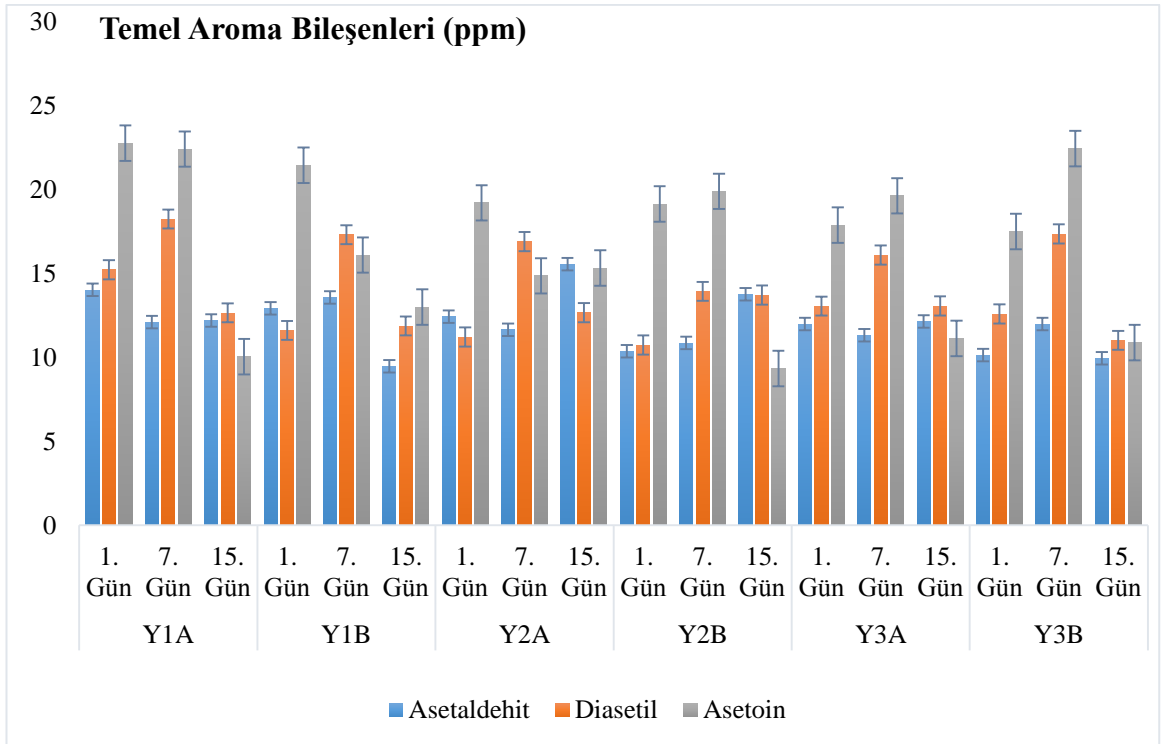
Karbonil bileşikleri dışında yoğurt aromasında asitler de büyük önem taşımaktadır. Laktik asit, asetik asit, bütirik, propiyonik ve oktanoik asitler yoğurdun aromasında rol oynamaktadır (Şenel 2006, Tamime ve Robinson 2007).

Yapılan çalışmalarda yoğurtta 90'ın üstünde farklı aroma maddesi belirlendiği bildirilmiştir (Cheng 2010, Routray ve Mishra 2011). Bu aroma bileşenleri arasında ayran örneklerinde tespit edilen tüm aroma bileşenleri bulunmaktadır.

Yoğurttan daha düşük kurumadde değerine sahip olan ayranın yapılan aroma profili analizinde ise daha az sayıda ve miktarda aroma bileşeni tespit edilmiştir. Çalışmamız kapsamında üretilen ayran örneklerinde yoğurtta temel aroma maddelerinden biri olarak kabul edilen asetoin tespit edilmezken, asetaldehit, diasetil ve asetoin bütün örneklerde bulunmuştur.



Şekil 4.13 Birinci uygulama ayran örneklerinin temel aroma bileşenleri



Şekil 4.14 İkinci uygulama ayran örneklerinin temel aroma bileşenleri

Çizelge 4.14-4.15 ile şekil 4.13-4.14 incelendiğinde örneklerin asetaldehit ve diasetil miktarlarında depolama süresince genel olarak bir azalma eğilimi görülse de değişimlerin düzenli olduğu söylenemez. Bu farklılıkların en önemli kaynağı kullanılan starter kültürlerdir. Asetaldehit miktarının azalması alkol dehidrogenaz enziminin asetaldehiti etanole parçalamasından ileri gelmektedir (Chaves vd. 2002). Diasetil miktarındaki azalma ise depolama süresince enzimatik reaksiyonlarla diasetilin önce asetoine daha sonra 2-bütanon ve 2-bütanole indirgenmesinden kaynaklanmaktadır (Bontinis vd. 2012, Vedamuthu 2006). Depolama boyunca bazı ayran örneklerinin asetoin miktarlarındaki dalgalanmanın oluşan asetoinin indirgenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ayran kalitesinde etkili olan bazı parametreler (homojenizasyon, ısı işlem, inkübasyon çıkış pH'sı) üzerine yapılan çalışmalarda da 14 günlük depolama süresinde örneklerin asetaldehit miktarlarında değişkenlikler (8.23-16.50 ppm) görülmüştür (Tamuçay-Özünü ve Koçak 2010a, b, c).

Ayran üretiminde farklı yöntemlerin 7 günlük depolama süresince araştırıldığı farklı bir çalışmada, asetaldehit içeriklerinin 7.6-10.9 ppm arasında olduğu belirtilmiştir (Koçak vd. 2006). Atamer vd. (1999), ise 60 günlük depolama süresince dayanıklı ayranların asetaldehit içeriklerinin 2.47-7.62 ppm arasında olduğunu ortaya koymuştur. Farklı bir çalışmada ise probiyotik kültürler kullanılarak elde edilen ayranların 10 günlük depolama süresince asetaldehit içeriklerinin 6.29-9.11 ppm arasında olduğu bulunmuştur (Tonguç 2006). Şanlı (2009) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise diğer çalışmalardan farklı olarak geleneksel yöntem ile elde edilen ayran örneklerinde 20 günlük depolama süresince asetaldehit içeriğinin 9.44-50.75 ppm arasında olduğu bildirilmiştir.

Farklı çalışmalarda elde edilen asetaldehit miktarı sonuçlarının; üretiminde peyniraltı suyu ve transglutaminaz enzimi kullanılan ayranların asetaldehit içeriklerine (9.46-15.63 ppm) yakın olması, peyniraltı suyu ve transglutaminaz enziminin ayranlarda bulunması gereken ortalama asetaldehit değerlerini değiştirmedeğini göstermektedir (Çizelge 4.14-4.15).

Kontrol örneklerinin diasetil miktarları 9.55-19.53 ppm değerleri arasında bulunurken, ayran da transglutaminaz enziminin etkisinin incelendiği bir çalışmada geleneksel yolla ve sütün sulandırılmasıyla elde edilen ayran örneklerinde diasetil değerlerinin 15.99-34.57 ppm arasında olduğu bildirilmiştir (Şanlı 2009). Macciola vd. (2008) tarafından yürütülen bir çalışmada da yoğurt örneklerinde tespit edilen diasetil değerlerinin 27-61 ppm arasında olduğu belirtilmiştir. Ancak diasetil değerlerinin daha düşük olduğu çalışmalar da mevcuttur. Örneğin üretiminde *Lactobacillus paracasei* kullanılan yoğurtlarda yaklaşık olarak 2-23 ppm düzeyinde diasetil saptandığı bildirilmiştir (Aunsbjerg vd. 2015). Benzer şekilde iki farklı yöntemin kıyaslandığı bir çalışmada yoğurt örneklerinde 0.91-3.17 ppm arasında diasetil olduğu belirlenmiştir (Hernandez vd. 1995). Farklı bir çalışmada da keçi sütünden süzme yoğurt üretilirken süzme işleminden önce yoğurtlarda 6.16 ppm diasetil tespit edildiği bildirilmiştir (Şenel vd. 2011). Kaminarides vd. (2007) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada ise % 0.9 yağlı yoğurtlarda 21 günlük depolama süresince diasetilin 1.50-1.05 ppm olarak bulunduğu belirtilmiştir. Tespit edilen diasetil değerleri ayran ve yoğurt örneklerinde farklılık göstermiştir. Bu farklılıkların örneklerin bileşimlerden, üretim materyalleri veya üretim yöntemlerinden veya depolama koşullarından ileri geldiği söylenebilir.

Diasetilden oluşan asetoin, normal şartlarda diasetilden daha fazla miktarda bulunur (Köse ve Ocak 2014). Elde edilen ayran örneklerinde de genellikle tespit edilen asetoin miktarının diasetilden daha fazla olduğu ve 10.04-28.41 ppm arasında değerler aldığı çizelge 4.14 ve çizelge 4.15'te görülmektedir. Keçi sütünden elde edilen yoğurt örneklerinde asetoin miktarının 0.24-0.72 ppm kadar olduğu (Gürsel vd. 2016); yoğurda *Lactobacillus plantarum* bakterisinin etkisinin incelendiği bir araştırmada da 3.32-6.12 ppm arasında bulunduğu (Li vd. 2017) bildirilmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar, ayran üretiminde peyniraltı suyu kullanımının temel aroma bileşenlerinin miktarlarında önemli bir değişikliğe neden olmadığını göstermiştir.

Yapılan bir çalışmada (Özer vd. 2007) yoğurtta transglutaminaz enziminin yüksek miktarlarda kullanımının yoğurdun karakteristik tadını veren asetaldehit üretiminde az

da olsa bir düşüşe sebep olduğu bildirilmişse de, bunun yoğurdun tat ve aromasında pek etkili olmadığı bildirilmiştir.

Ayran örneklerinde temel aroma bileşenleri dışında hekzanal, 2-oktanon, 2-butanon-3-metil-, 2,3-pentanedion, asetik asit, 2-nonanon, benzaldehit, 2-undekanon ve etanol bileşikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.16-4.17).

Hekzanal, çimen ve bitkisel aroma ile karakterize edilen ve düz zincirli aldehit yapısına sahip bir aroma bileşenidir. Hekzanal ve benzaldehitin doymamış yağ asitlerinin β -oksidasyonu ile meydana geldiği bilinmektedir (Öztürkoğlu 2014). Hekzanal miktarının ayran örneklerinde depolama süresince düşüş gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.16-4.17). Hekzanal çabuk parçalanabilen bir aroma bileşenidir. Yoğurtta yapılan bir çalışmada hekzanalın 5. gününe kadar hızlı bir düşme 15. güne kadar ise daha yavaş bir düşme gösterdiği tespit edilmiştir (Gassenmeier 2004).

Çiçeğimsi, meyvemsi ve sabunumsu aromaya sahip olan 2-oktanon ayran örneklerinde genellikle depolama süresince dalgalanma göstermiştir.

2-butanon-3-metil daha çok koyun sütünden elde edilen yoğurtlarda temel aroma bileşeni olarak kabul edilmektedir (Cheng 2010). Kafur (Uzakdoğu'da yetişen kafur ağacından çıkarılan kokulu bir madde) aromasına sahiptir (Tunick 2007). Ayran örneklerinde genel olarak depolamanın 1. gününde düşük değerler alırken, depolamanın ilerlemesiyle miktarının arttığı görülmüştür (Çizelge 4.16-4.17).

2,3-pentanedion; treonin amino asitinin parçalanmasıyla oluşan α -oksobütirik asitin aldol kondensasyonu ile meydana gelen bir aroma bileşenidir (Belitz vd. 2009). Fermente süt ürünlerinde 2,3-pentanedion, diasetil ile birlikte temel aroma bileşenidir (Imhof 1994, Beshkova vd. 2003). 2,3-pentanedion aroması, terayağimsi, karamelize ve vanilya aromaları ile tanımlanmıştır (Ott vd. 1997). Örneklerin 2,3-pentanedion değerleri farklı değişkenlikler göstermiştir (Çizelge 4.16-4.17).

Laktik asit bakterilerinin ve özellikle propiyonik asit bakterilerinin aktivitesi sonucu oluşan asetik asit, sirke aromasıyla karakterize edilen bir aroma bileşenidir (Ott vd. 1997, Hassan vd. 2013). Yapılan çalışmalarda fermente süt ürünlerinde yapılan aroma profili analizlerinde tespit edildiği bildirilmiştir (Lawlor vd. 2002, Cheng 2010, Delgado vd. 2010, Dan vd. 2017, Sidira vd. 2017). Örneklerdeki miktarları 0.25 ile 1.61 ppm arasında değişmiştir (Çizelge 4.16-4.17).

2-nonanon ve 2-undekanon özellikle küflü peynirlerde karakteristik aromadan sorumlu olan ve C6-C12 yağ asitlerinin karşılığı olan C5-C11 alkanonlardır (Margetts 2005). 2-nonanon yağ, meyve, toprak, küf aromalarına sahipken, 2-undekanon çiçek, ot ve küf aromasına sahiptir (Tunick 2007).

Benzaldehit ayran örneklerinde ya çok düşük miktarlarda tespit edilmiş ya da hiç tespit edilmemiştir (Çizelge 4.16-4.17). Yoğurdun aroma bileşenlerinin araştırıldığı bir çalışmada da benzaldehit 0.027-0.128 ppm gibi düşük miktarlarda bulunmuştur (Ott vd. 1999).

Hafif ve eterimsi aroma ile karakterize edilen etanol, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Str. thermophilus*'un alkol dehidrogenaz enziminin katalizlemesiyle glukozdan oluşmaktadır (Köse ve Ocak 2014). Ayran örneklerinde depolamanın 1. ve 7. günlerinde etanol tespit edilememiş bazı örneklerde sadece 15. depolama gününde saptanmıştır.

Tespit edilen aroma bileşenlerinin alikonma süreleri ve CAS (Chemical Abstracts Servis) numaraları çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18 Aroma bileşenlerinin alıkonma süreleri ve CAS numaraları

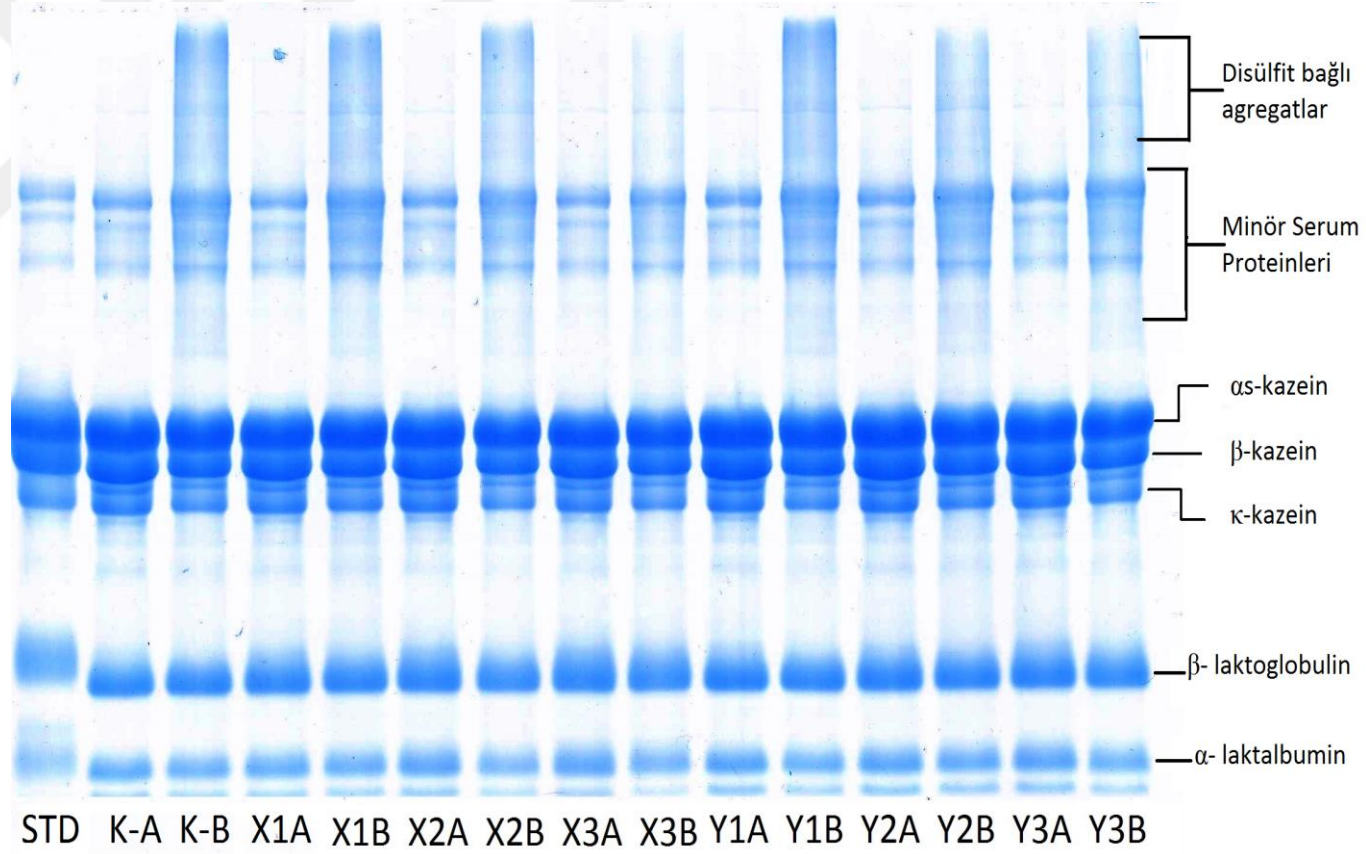
Aroma Bileşenleri	Alıkonma süresi (dk)	CAS No
Asetaldehit	5,86	75-07-0
2,3-Butanedione (Diasetil)	14,76	431-03-8
2-Butanone, 3-Hidroksi- (Asetoin)	26,92	513-86-0
Hekzanal	17,68	66-25-1
4- oktanon (Butil propil keton)	25,15	589-63-9
2-Butanone, 3-methyl (Metil isopropil keton)	14,62	563-80-4
2,3-pentanedion (Asetil propionil)	18,33	600-14-6
Asetik Asit	30,93	64-19-7
2-nonanon (Heptil metil keton)	23,55	821-55-6
Benzaldehit	32,29	100-52-7
2-Undekanon	33,29	112-12-9
Etanol	39,85	112-50-5

4.2.11 Elektroforetik profil

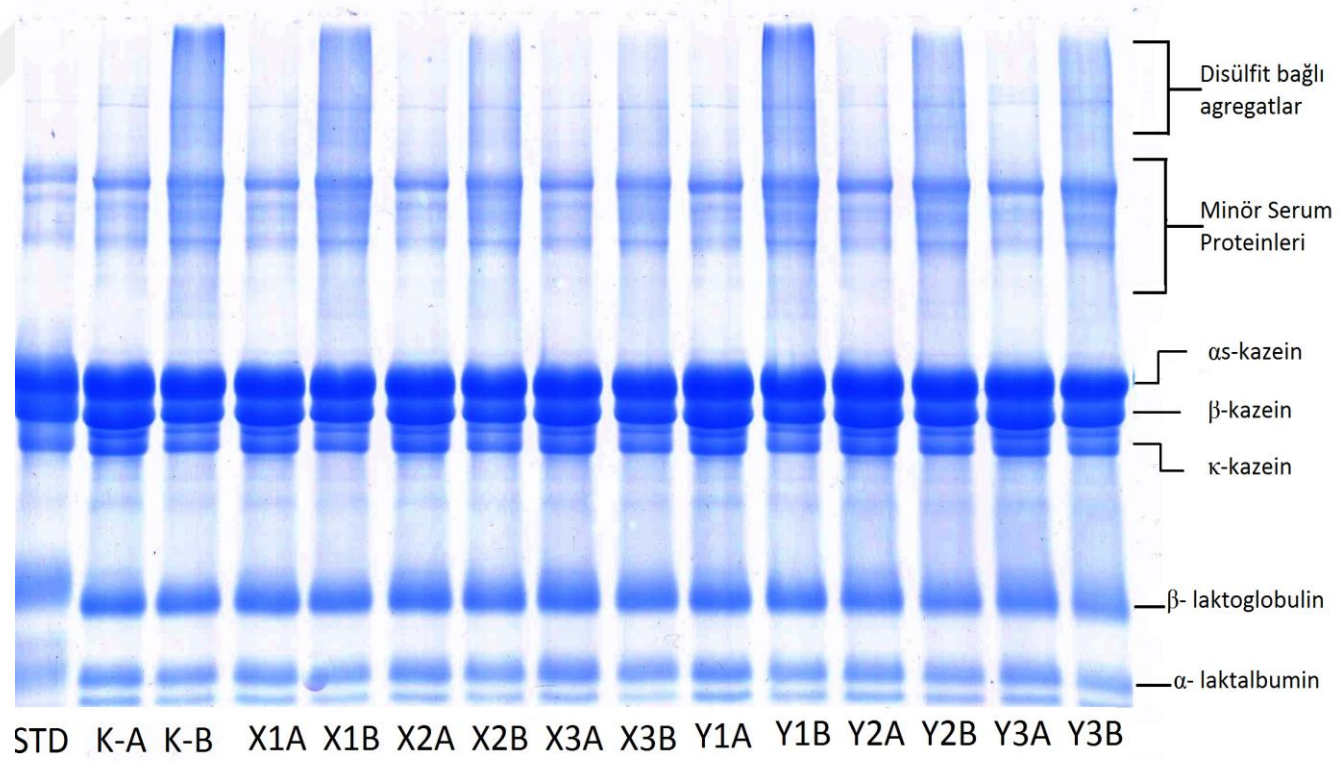
4.2.11.1 SDS-PAGE

Moleküllerin elektriksel alandaki hareketlerinin incelenmesi elektroforez olarak adlandırılmaktadır. SDS-PAGE (Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Gel Elektroforezi) tekniği ise moleküllerin sodyum dodesil sülfatı (SDS) bağlayarak doğal yapılarının bozulup açılması ve moleküllerin sahip oldukları yüke bağlı olarak farklı molekül bantlarına ayrılması esasına dayanır. SDS-PAGE yöntemi proteinlerin büyüklüklerini ve fraksiyonlarını belirleme amacıyla yaygın bir şekilde uygulanmaktadır. Protein molekülü ne kadar büyükse, o kadar yükü fazladır başka bir ifadeyle protein fraksiyonları molekül ağırlıklarına göre ayrılmaktadır. Molekül ağırlığı fazla olan büyük protein fraksiyonları jel üzerinde daha zor yürümekte ve buna göre analiz sonunda farklı protein bantları oluşmaktadır.

Ayran örneklerinin depolamanın 1. günündeki SDS-PAGE elektroforetogramı şekil 4.15'de; 15. depolama günü SDS-PAGE elektroforetogramı şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.15 Ayran örneklerinin 1. gün SDS-PAGE elektroforetogramı (Std: Yağsız Süttozu)



Şekil 4.16 Ayran örneklerinin 15. gün SDS-PAGE elektroforetogramı (Std: Yağsız Süttozu)

Şekil 4.15 ve 4.16 incelendiğinde ayran örneklerinin protein fraksiyonlarında depolama süresi içinde önemli bir farklılığın oluşmadığı görülmektedir. Peyniraltı suyu ilave edilen örnekler kendi arasında değerlendirildiğinde de (A kodlu örnekler) belirgin bir farklılık gözlenmemiştir.

Ancak gerçekleştirilen elektroforetik analiz sonucunda transglutaminaz enzimi ilave edilen örneklerin, enzim içermeyen örneklerden farklı bir jel görüntüsü oluşturduğu tespit edilmiştir. Enzim içeren örneklerde transglutaminaz enziminin proteinleri çapraz bağlaması sonucu disülfit bağlı agregatların bulunduğu jelin üst kısımlarında tam bir bant oluşumu gözlenmese de jelde tutunma belirlenmiştir. Jelin bu üst kısmında çapraz bağlanan kazeinlerin tutulduğu, yürümesinin durduğu görülmektedir. Ayrıca transglutaminaz enzimi içeren örneklerde, kullanılan peyniraltı suyu miktarı arttıkça bant koyuluğunun azaldığı tespit edilmiştir.

Hidrolize edilen ve edilmeyen serum proteini izolatlarına transglutaminaz enzimi ilave edilerek SDS-PAGE elektroforetogramları elde edilen bir çalışmada da enzim ilaveli örneklerde molekül ağırlığı ~30-400 kDa aralığında koyu renkte bir bant elde edildiği bildirilmiştir. Bunun transglutaminaz enziminin yüksek molekül ağırlığına sahip büyük polimerler meydana getirmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Damodaran ve Li 2017). Benzer şekilde çapraz bağlanmış proteinlerin sindirilebilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada da transglutaminaz enzimi ilave edilen örneklerde bantın üst kısımlarında (özellikle 30 kDa molekül ağırlığına sahip moleküllerin üstünde) yüksek molekül ağırlığına sahip polimerlerin tespit edildiği bildirilmiştir (Li ve Damodaran 2017).

β -kazein ve β -laktoglobulin üzerine transglutaminazın etkisi üzerine yapılan farklı bir çalışmada, β -laktoglobulin+transglutaminaz örneklerinin zayıf bir bant oluşturduğu ve β -laktoglobulinin transglutaminaz için iyi bir substrat olmadığı belirtilmiştir (Han ve Damodaran 1996).

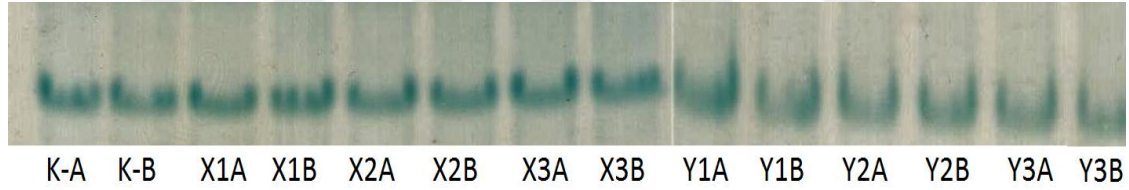
Tsevdou vd. (2013) tarafından ısıtma işlemi ve yüksek basınç uygulanmış sütte transglutaminaz enzimi kullanımının yoğurdu özellikleri üzerine etkisi incelenmiş ve bu amaçla yoğurt üretiminde kullanılacak sütte SDS-PAGE analizi de yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre uygulanan işlemde bağımsız olarak transglutaminaz enzimi ilave edilen örneklerde kazeinler arasında bağ oluşumu gözlemlendiği ve kazein bandının çok az yoğunlukta veya hiç oluşmadığı belirtilmiştir.

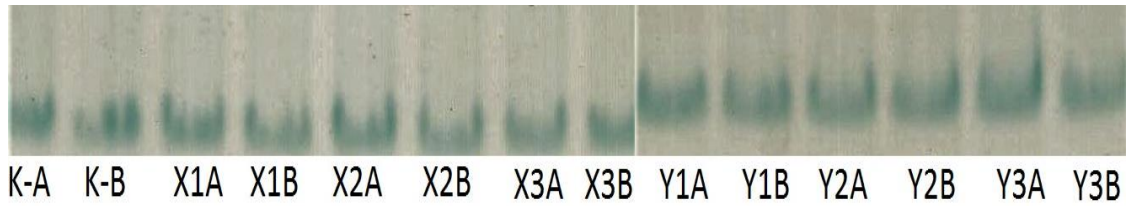
Aynı zamanda enzim içeren örneklerde örneğin yürümeye başladığı noktada daha fazla örnek kaldığı da ortaya konmuştur. Kazein bandının yoğunluğu da buna bağlı olarak biraz daha azdır. Dolayısıyla ayranı transglutaminaz enzimi ilave edildiğinde proteinlerin hareketliliğinin azaldığı söylenebilir.

4.2.11.2 Native-PAGE

Poliakrilamid jel üzerinde SDS kullanmadan proteinleri yürütme esasına dayanmaktadır. Bu şekilde proteinlerde herhangi bir farklılık yaratmadan protein yükleri arasındaki doğal farklılığa göre ayırım sağlanmaktadır (Kachuk ve Doucette 2017).



Şekil 4.17 Ayran örneklerinin 1. gün Native-PAGE elektroforetogramı



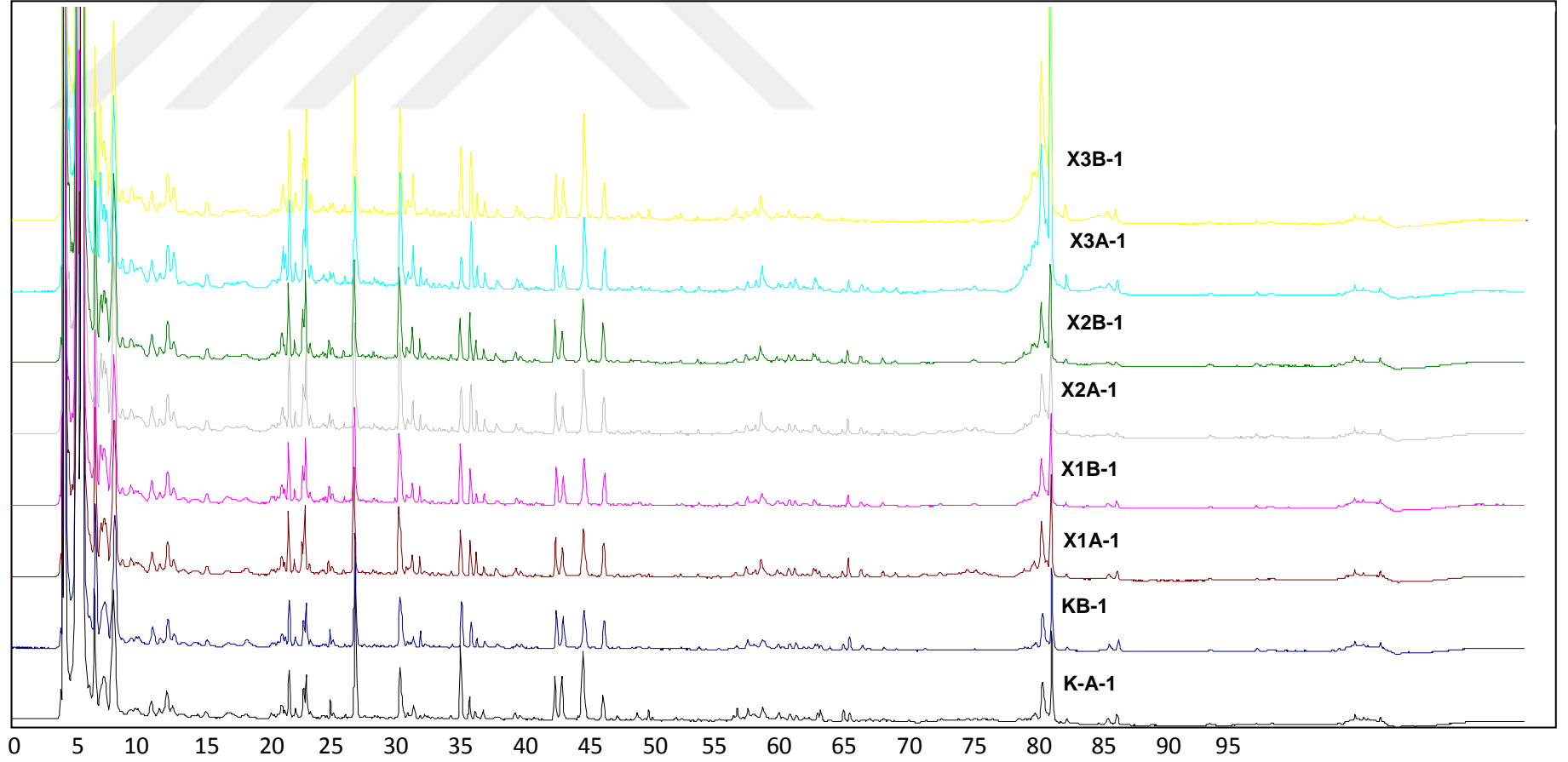
Şekil 4.18 Ayran örneklerinin 15. gün Native-PAGE elektroforetogramı

Elde edilen Native-PAGE elektroforetogramları arasında hem depolamada hem de örnekler arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir. SDS kullanılmadığı için birbirinden ayrılmayan proteinler benzer şekilde elektroforetogram vermiştir. SDS-PAGE tekniği ile gözlenebilen transglutaminaz enziminin etkisi de Native-PAGE yönteminde gözlenememiştir.

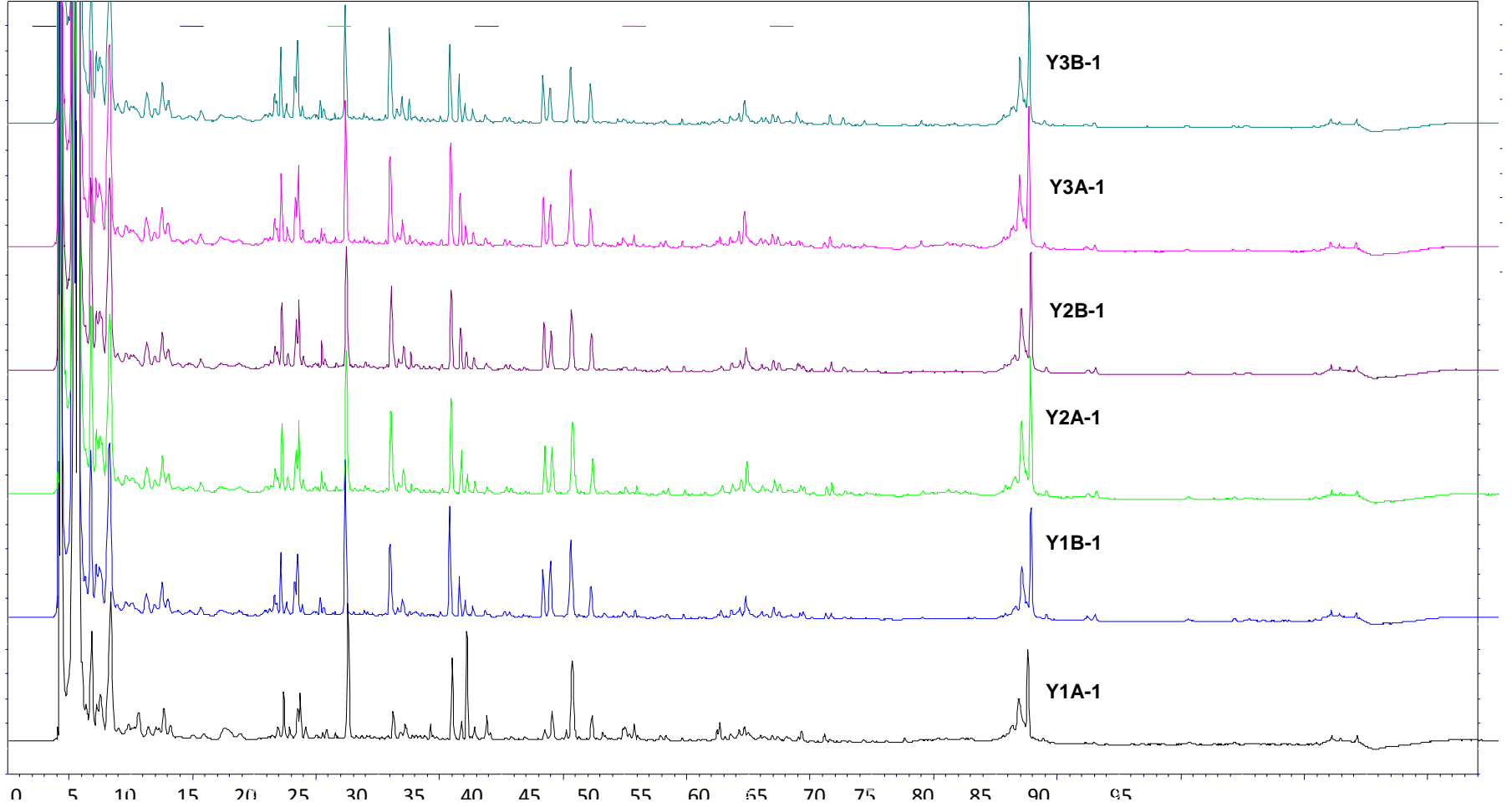
4.2.12 Peptit profili

Suda çözünen peptitler RP-HPLC ile belirlenmektedir. Bu yöntemle farklı molekül ağırlığına sahip peptitlerin konsantrasyonları ve dizilimi ortaya konulmaktadır (Fox ve McSweeney 1998). Elde edilen kromatogramlarda önce hidrofobik özelliği düşük olan peptitler tespit edilirken, peptitlerin hidrofobisitesi arttıkça daha geç pikler vermektedir (Pripp vd. 1999).

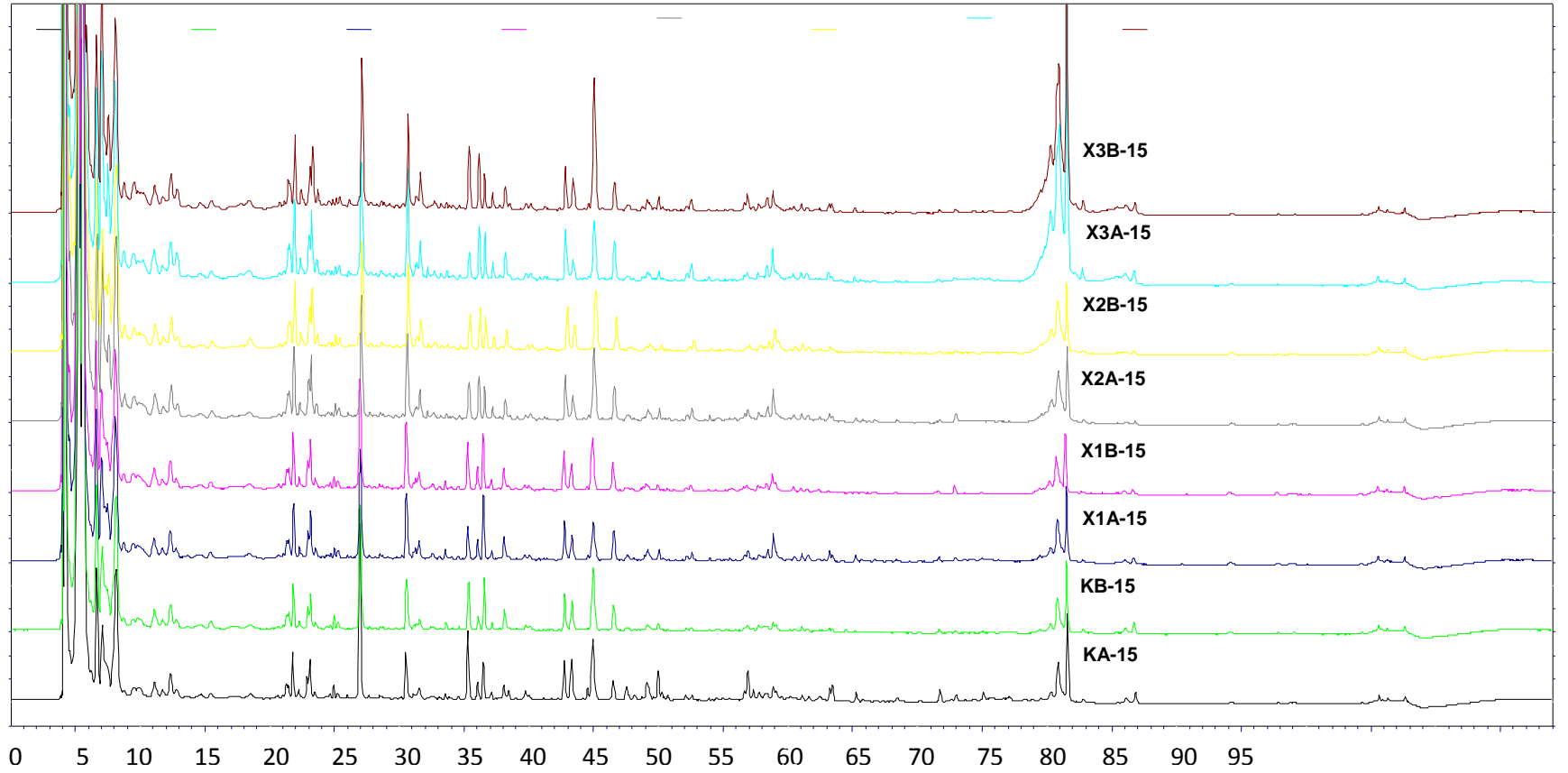
Ayran örneklerinin 280 nm'de belirlenen peptit profilleri birinci uygulama 1. depolama günü için şekil 4.19'da, ikinci uygulama 1. depolama günü için şekil 4.20'de, birinci uygulama 15. depolama günü için şekil 4.21'de ve ikinci uygulama 15. depolama günü için şekil 4.22'de verilmiştir.



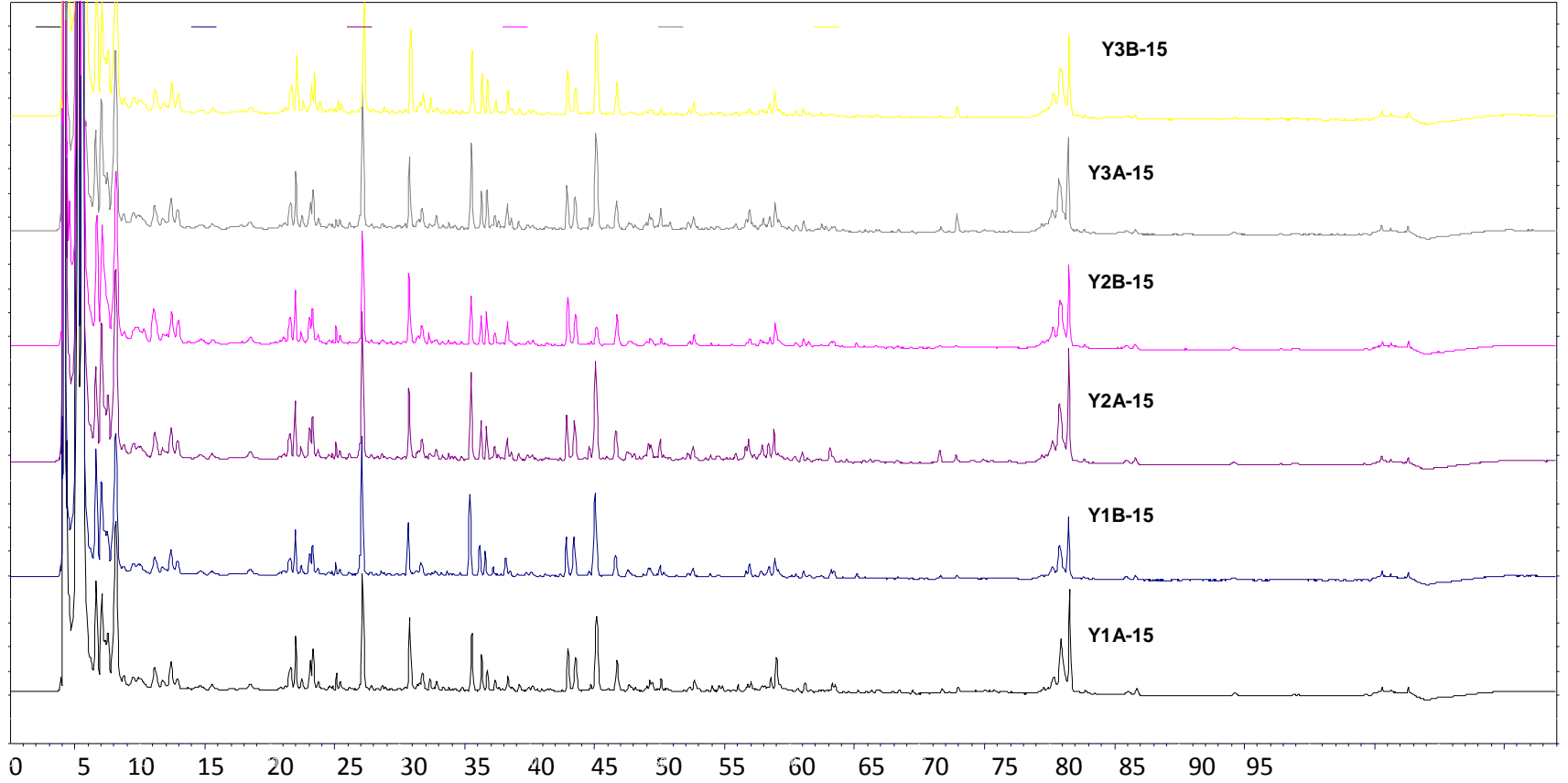
Şekil 4.19 Birinci uygulama ayran örneklerinin 1. depolama günü peptit profili



Şekil 4.20 İkinci uygulama ayran örneklerinin 1. depolama günü peptit profili



Şekil 4.21 Birinci uygulama ayran örneklerinin 15. depolama günü peptit profili



Şekil 4.22 İkinci uygulama ayran örneklerinin 15. depolama günü peptit profili

Birinci ve ikinci uygulama ayran örneklerinin peptit profili sonuçları 15 günlük depolama sürecinde peptit profilinin değişmediğini göstermiştir. Üretimde peyniraltı suyu kullanılan ayranlarda beklendiği üzere artan peyniraltı suyu miktarına bağlı olarak serum proteinleri miktarları (yaklaşık 83. dakikada α -laktalbumin, 86-87. dakikada β -laktoglobulin) da daha fazla bulunmuştur.

Elde edilen kromatogramların ilk 30. dakikasında gelen piklerin hidrofilik karakterdeki peptitleri (Tirozin-triptofan arası bölge), 55. dakikadan sonra gelen piklerin ise hidrofobik karakterdeki peptitleri (triptofan aminoasidinden sonra gelen pikler) temsil ettiği bildirilmiştir (Hayaloğlu vd. 2011, Öztürkoğlu 2014, Topçu ve Saldamlı 2006).

Buna göre peyniraltı suyu ve transglutaminaz enzimi ilave edilen ayran örneklerinde genel olarak hidrofilik karakterdeki peptitler bakımından bir farklılık olmadığı görülmektedir.

Transglutaminaz enzimi ilavesinin de peptitler üzerine bir önemli etkisi olmadığı ortaya konulmuştur. Ancak β -laktoglobulin olduğu tahmin edilen piklerin bazı örneklerde transglutaminaz enzimi varlığında daha küçük tespit edildiği görülmektedir.

4.2.13 Duyusal değerlendirme

Duyusal değerlendirme öncelikle gıda ürünlerinin insanların tüketim alışkanlıklarıyla beğenilip beğenilmeme durumlarının ortaya konulması amacıyla kullanılmıştır. İlk olarak gıda ve içecek sanayinde profesyonel lezzet danışmanları kullanımı ile uygulanmasının yanında savaş zamanı Amerikan askerlerine kabul edilebilir nitelikte gıda sağlamak amacıyla duyusal değerlendirme üzerine yoğunlaşmıştır. Daha sonra yeni ürün geliştirme, kalite kontrol, araştırma ve özellikle de ekonomik kazanç sağlamak gibi gerekçelerle birçok farklı duyusal değerlendirme tekniği geliştirilmiştir (Meilgaard vd. 2016).

4.2.13.1 Puanlama testi

Clark ve Costello (2016) süt ürünleri için kullanışlı ve pratik duyusal değerlendirme tekniğinin puanlama testi olduğunu öne sürmüştür. Puanlama testi USDA (U.S. Department of Agriculture) tarafından 20. yüzyılın başlarında geliştirilmiş ve ADSA (American Dairy Science Association) tarafından onaylanmıştır.

Puanlama testinde panelistler belirlenen maksimum puan üzerinden örnekleri değerlendirmektedir. Genel olarak fermente süt ürünlerinde değerlendirme “görünüş”, “yapı” ve “lezzet” açısından yapılmaktadır.

Ayran rneklerinin 5 puan en yüksek olacak şekilde 7 panelist ile yapılan duyusal değerlendirme sonuçları standart hatalarıyla birlikte izelge 4.19’da verilmiştir.

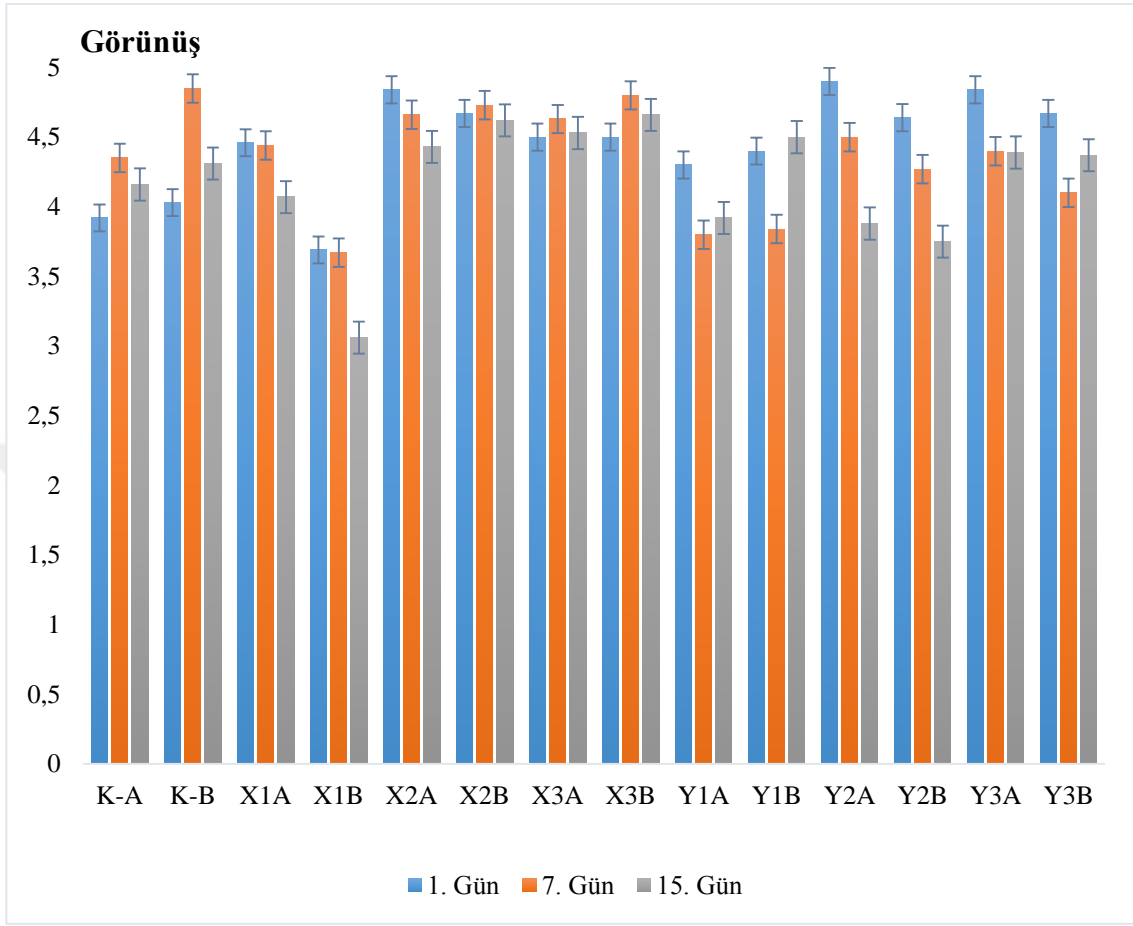
Ayran rneklerinin 15 günlük depolama süresince tespit edilen görünüş özelliklerine ait grafik şekil 4.23’te, yapı özelliklerine ait grafik, şekil 4.24’te, lezzet özelliklerine ait grafik, şekil 4.25’te ve toplam puanlara ait grafik şekil 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.19 Ayran örneklerinin duyuşal değerlendirme sonuçları ($\bar{x} \pm S \bar{x}$)

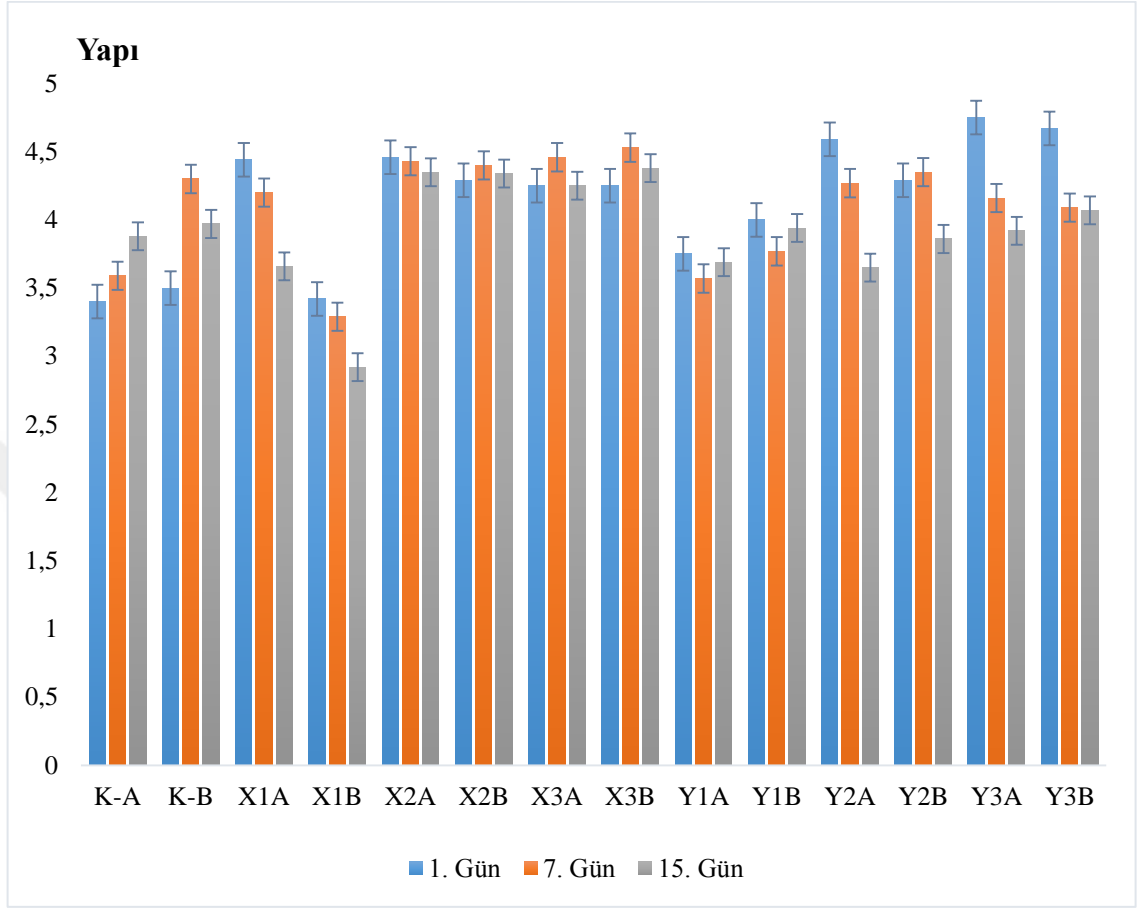
Örnekler ¹	1. Gün				7. Gün				15. Gün			
	Görünüş	Yapı	Lezzet	Toplam	Görünüş	Yapı	Lezzet	Toplam	Görünüş	Yapı	Lezzet	Toplam
K-A	3.92±0.120 ^{AB}	3.40±0.382 ^{AB}	3.98±0.919 ^{AB}	11.30±0.986	4.35±0.686	3.59±0.827	3.55±0.170	11.49±0.465	4.16±0.580	3.88±0.177	3.30±0.587	11.34±0.919
K-B	4.03±0.912 ^{AB}	3.50±1.061 ^{AB}	4.42±0.474 ^{AB}	11.95±0.535	4.85±0.021	4.30±0.184	3.59±0.827	12.74±0.960	4.31±0.629	3.97±0.757	3.34±0.127	11.62±0.440
X1A	4.46±0.410 ^{AB}	4.44±0.622 ^{AB}	4.04±0.057 ^A	12.94±0.195	4.44±0.382	4.20±0.523	2.94±0.325	11.58±0.690	4.07±0.092	3.66±0.318	1.85±0.396	9.58±0.410
X1B	3.69±0.438 ^A	3.42±0.587 ^A	3.57±0.615 ^A	10.68±0.219	3.67±1.888	3.29±1.817	2.91±0.332	9.87±0.916	3.06±1.690	2.92±1.711	2.59±0.417	8.57±0.855
X2A	4.84±0.233 ^B	4.46±0.297 ^B	4.42±0.354 ^{BC}	13.72±0.510	4.66±0.127	4.43±0.608	3.77±0.891	12.86±0.625	4.43±0.608	4.35±0.311	3.59±1.188	12.37±0.290
X2B	4.67±0.474 ^B	4.29±0.410 ^B	4.25±0.594 ^{BC}	13.21±0.230	4.73±0.184	4.40±0.849	4.27±0.184	13.40±0.205	4.62±0.339	4.34±0.064	3.52±1.089	12.48±0.600
X3A	4.50±0.240 ^{AB}	4.25±0.354 ^B	3.75±0.594 ^{AC}	12.50±0.635	4.63±0.325	4.46±0.361	3.62±0.262	12.71±0.840	4.53±0.141	4.25±0.544	2.60±0.042	11.38±0.300
X3B	4.50±0.240 ^B	4.25±0.354 ^B	3.58±0.354 ^{AC}	12.33±0.390	4.80±0.283	4.53±0.467	3.97±0.240	13.30±0.670	4.66±0.127	4.38±0.530	2.85±0.396	11.89±0.700
Y1A	4.30±0.424 ^{AB}	3.75±1.061 ^{AB}	4.10±0.707 ^{AC}	12.15±1.050	3.80±0.523	3.57±0.608	3.52±0.488	10.89±0.955	3.92±0.587	3.69±0.262	3.03±0.566	10.64±0.455
Y1B	4.40±0.849 ^B	4.00±1.414 ^{AB}	4.30±0.990 ^{AC}	12.70±0.990	3.84±1.181	3.77±1.499	4.04±0.658	11.65±0.923	4.50±0.516	3.94±0.085	2.95±0.276	11.39±0.936
Y2A	4.90±0.141 ^B	4.59±0.587 ^{AB}	4.80±0.283 ^{CB}	14.29±0.445	4.50±0.707	4.27±0.841	4.06±0.325	12.83±0.715	3.88±0.177	3.65±0.028	3.16±0.389	10.69±0.935
Y2B	4.64±0.049 ^{AB}	4.29±0.057 ^{AB}	4.34±0.474 ^{AC}	13.27±0.420	4.27±0.622	4.35±0.728	3.92±0.120	12.54±0.370	3.75±0.354	3.86±0.035	2.82±0.092	10.43±1.040
Y3A	4.84±0.233 ^B	4.75±0.113 ^{AB}	4.52±0.262 ^{AC}	14.11±0.290	4.40±0.148	4.16±0.021	4.09±0.120	12.65±0.430	4.39±0.552	3.92±0.120	2.69±0.085	11.00±0.205
Y3B	4.67±0.474 ^B	4.67±0.474 ^B	4.52±0.262 ^{AC}	13.86±0.410	4.10±0.332	4.09±0.120	3.87±0.424	12.06±0.855	4.37±0.693	4.07±0.099	2.57±0.092	11.01±0.620

¹: Bkz Çizelge 4.4

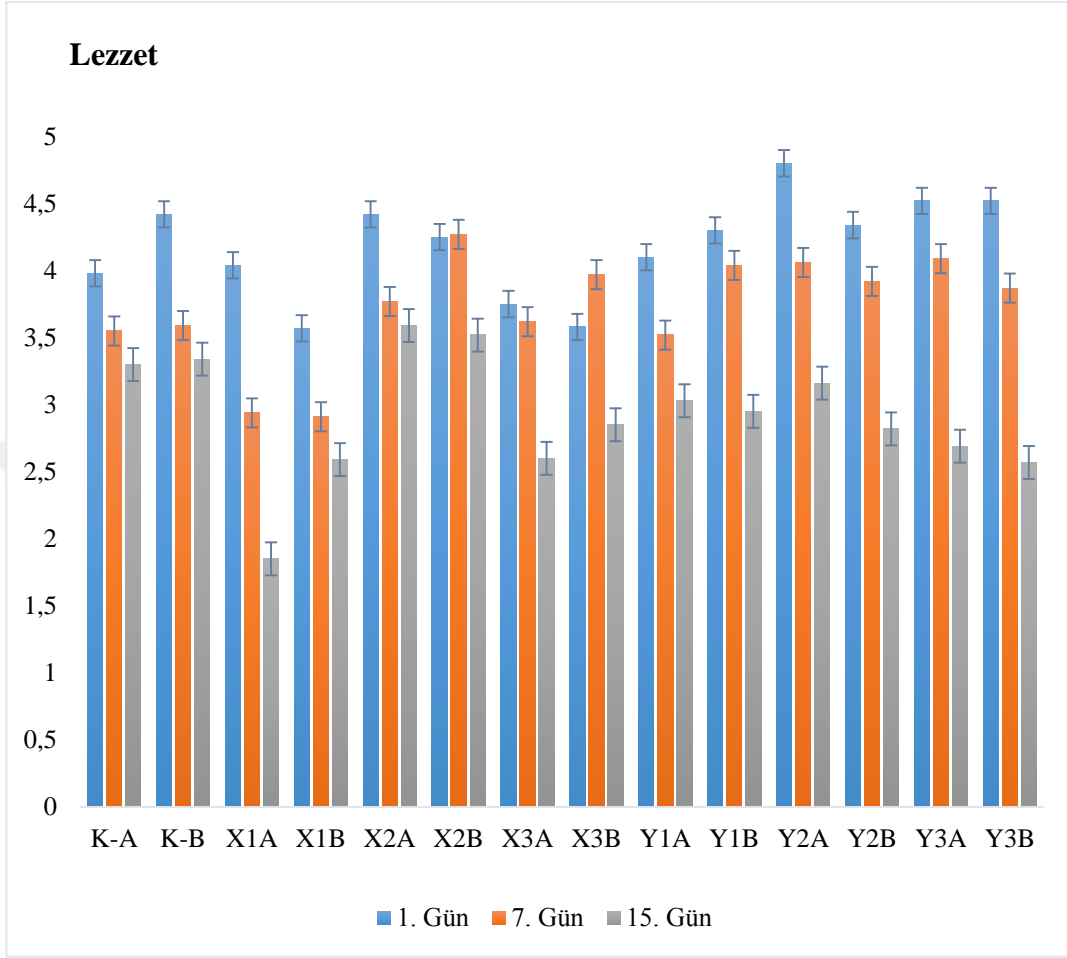
Sonuçlar iki tekkerür ortalaması şeklinde verilmiştir.



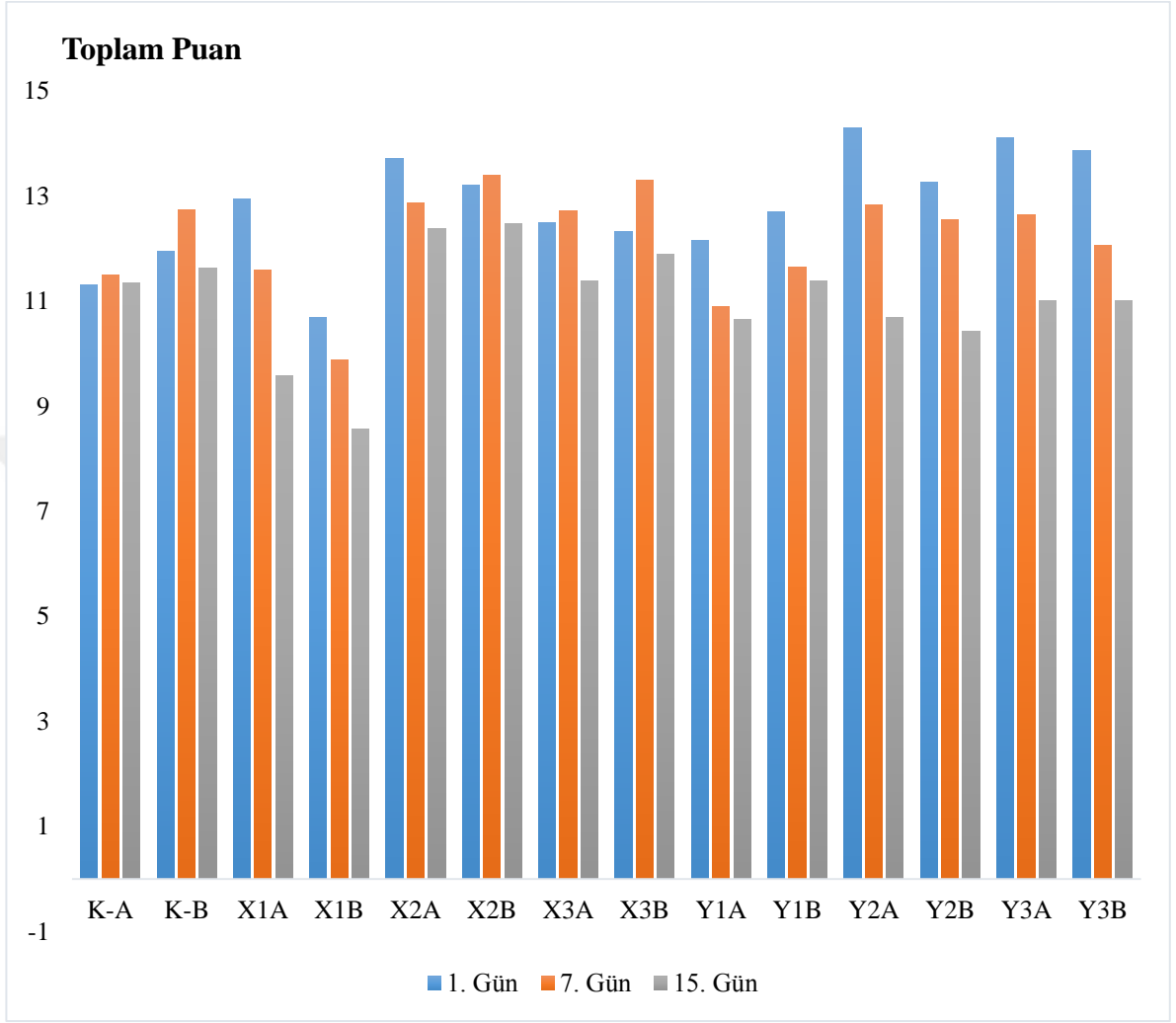
Şekil 4.23 Ayran örneklerinin görünüş özellikleri



Şekil 4.24 Ayran örneklerinin yapı özellikleri



Şekil 4.25 Ayran örneklerinin lezzet özellikleri



Şekil 4.26 Ayran örneklerinin toplam duysal puanları

Örneklerin duysal değerlendirme sonucunda tespit edilen görünüş ve yapı puanları incelendiğinde ayran üretiminde peyniraltı suyu ve enzim kullanımının örneklerin bahsedilen özellikler açısından olumlu etkiye sahip olduğu söylenebilir. Kontrol örneğinin (K-A) aldığı görünüş ve yapı puanlarının enzim ilave edilen bütün örneklerin puanlarına göre düşük olması transglutaminaz enzimi ilavesinin tüketici açısından belirgin bir iyileştirme sağladığını göstermektedir. Lezzet sonuçları ise peyniraltı suyu ve transglutaminaz enzimi ilavesinin örneklerin tadında olumsuz bir etki yaratmadığını ortaya koymaktadır.

Yapılan istatistiki değerlendirmede örneklerin duysal analiz sonuçları üzerine depolamanın etkisinin önemsiz olduğu ($p>0.05$) ancak örnekler arası farklılığın önemli olduğu ($p<0.01$) tespit edilmiştir.

4.2.13.2 Farklılık testi

Ayran örneklerine puanlama testinin yanında farklılık testi de uygulanmıştır. Ayran üretiminde peyniraltı suyu kullanımının panelistler tarafından kontrol örneğinden farklı algılanıp algılanmadığını, farklılık varsa farklılığın olumlu veya olumsuz yönde olduğunu ortaya koymak amacıyla yine “lezzet”, “yapı” ve “toplam kabul edilebilirlik” açısından 7 panelist ile örneklerin (2 tekrarlı olarak toplam 14 kez) değerlendirmesi yapılmıştır.

Kontrol örneği olarak enzim ve peyniraltı suyu içermeyen K-A örneği verilmiş ve diğer örneklerin kontrol örneğinden farklılığını belirtmeleri istenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre tüm depolama günlerinde her iki uygulama için de toplam “kabul edilebilirlik” açısından örneklerin tamamı kontrol örneğinden ya farklı değil olarak ya da olumlu yönde daha farklı bulunmuştur.

1. depolama gününde yapı açısından sadece X1B örneği olumsuz yönde kontrol örneğinden farklı bulunurken diğer örneklerin yapılarının kontrol örneğinden daha iyi olduğu belirlenmiştir. Lezzet açısından ise diğer örneklerden daha yüksek oranda peyniraltı suyu içeren X3A ve X3B örneklerinin 1 panelist tarafından ayranın karakteristik tadından uzaklaştığı gerekçesiyle kontrol örneğinden olumsuz yönde farklı olduğu belirtilmiştir. Ancak toplam kabul edilebilirlik açısından bu örneklerin de kontrol örneğinden olumlu yönde farklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

7. depolama gününde ise tüm özellikler açısından ayran örnekleri kontrol örneğinden olumlu yönde daha farklı veya farksız olarak değerlendirilmiştir. Depolamanın

ilerlemesiyle hem ayranın yapısındaki hem de tadındaki farklılık ortadan kalkmış ve tüm örneklerin kontrol örneğinden daha iyi olduğu bildirilmiştir.

15. depolama gününde ayran örneklerinin puanlama testi sonuçlarına göre tüm örneklerde lezzet puanları azalmıştır. Kontrol örneğinde gözlenen düşüş daha azken, bazı örneklerde (X1A, X1B, Y3A ve Y3B) lezzet açısından düşüşün daha fazla olduğunu düşünen panelistler tarafından bu örneklerin kontrolden olumsuz yönde daha farklı olduğu belirtilmiştir. Ancak yine toplam kabul edilebilirlik açısından hiçbir örnek kontrol örneğinden olumsuz yönde farklı bulunmamıştır.

5. SONUÇ

Öncelikle iki farklı uygulama şeklinde (**Birinci uygulama**: ayranın kodekse göre içermesi gereken protein oranının (% 2) belirli oranları (% 5, % 10 ve % 15), sütü seyreltme amacıyla kullanılan rekonstitüye peyniraltı suyundan sağlanarak; **ikinci uygulama** ayranın protein oranını % 2'ye ayarlayacak şekilde kullanılan su miktarının % 25, % 50 ve % 75'i yerine rekonstitüye peyniraltı suyu kullanılarak) ayran üretiminde peyniraltı suyu kullanımının araştırıldığı bu çalışma sonucunda her iki uygulama şeklinde de üretim yapılabileceği ortaya konmuştur. Elde edilen örneklerde uygulama farklılığından kaynaklanan önemli bir değişim görülmemiştir. Ayran üretiminde her iki şekilde de peyniraltı suyu kullanımının mümkün olduğu ortaya konmuştur.

Transglutaminaz enzimi ilavesinin hem kontrol örneğinde hem de üretiminde peyniraltı suyu kullanılan ayran örneklerinde fiziksel özellikler üzerine olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir. Bunun yanında transglutaminaz enziminin bileşim özellikleri, asitlik gelişimi ve aroma maddesi oluşumu üzerine etkisinin olmadığı görülmüştür.

Ayranların bileşim özellikleri incelendiğinde kurumadde oranları dışında yağ, toplam protein, tuz, kül oranları arasında önemli bir farklılık olmadığı gözlenmiştir ($p>0.05$). Kurumadde oranları ise kullanılan peyniraltı suyu miktarına bağlı olarak farklılık göstermiştir. Kül değerlerinde ise önemli olmasa da ilave edilen peyniraltı suyu miktarıyla orantılı olarak artış gözlenmiştir.

pH değeri ve titrasyon asitliği sonuçları da peyniraltı suyu ve transglutaminaz enzimi ilavesinden etkilenmemiştir. Depolama süresince beklendiği üzere pH değeri azalmış, titrasyon asitliği değeri artmıştır.

Ayran örneklerinin en önemli fiziksel özelliklerinden biri ve depolama süresince yaygın olarak görülen yapı kusuru olan faz ayrılması sonuçlarına bakıldığında depolamanın 1.

gününde örnekler arasında önemli bir farklılık gözlenmezken ($p>0.05$), depolama süresinin ilerlemesiyle transglutaminaz enzimi ilaveli örneklerin daha düşük faz ayrılması gösterdiği ve peyniraltı suyu kullanımının faz ayrılmasını az da olsa artırdığı ortaya konmuştur.

Str. thermophilus ve *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* koloni sayıları açısından ayran örnekleri arasında farklılık bulunmamıştır. Buna göre peyniraltı suyu ve transglutaminaz enzimi ilavesi laktik asit bakterilerinin gelişimini ve sayısını etkilemediği söylenebilir. Ancak depolamanın ilerlemesine bağlı olarak bakteri sayısının arttığı görülmüştür.

Renk özelliği açısından ayran örnekleri arasında önemli farklılık belirlenmiştir. İlave edilen peyniraltı suyu miktarına bağlı olarak sarılık (b) ve yeşillik (-a) değerleri beklendiği gibi artmıştır. Ancak görülen bu farklılık tüketici açısından olumsuzluk olarak algılanacak düzeyde değildir.

Power Law akış modeline uygun akış gösterdiği tespit edilen ayran örneklerinin akış davranış indeksi değerlerinin birbirine yakın ve 1'in altında olduğu belirlenmiştir. Kıvam indeksi değerleri ise peyniraltı suyu ve transglutaminaz ilavesine bağlı olarak farklılık göstermiştir. Diğer örneklerle nazaran daha yüksek peyniraltı suyu içeren özellikle birinci uygulama örneklerinde kıvam indeksi değerleri daha düşükken, transglutaminaz enzimi ilavesi kıvam indeksi değerini artırmıştır.

Aroma profili analizinde ayran örneklerinde temel aroma bileşenleri olan asetaldehit, diasetil ve asetoin belirlenmiş, bunların yanında hekzanal, 4-oktanon, 2-Butanon-3-metil-, 2.3-Pentanedion, asetik asit, 2-nonanon, benzaldehit, 2-undekanon ve etanol de tespit edilmiştir. Peyniraltı suyu ve transglutaminaz enzimi ilavesi ise tespit edilen aroma bileşenlerinin sayısını ve miktarını etkilememiştir. Ancak depolama süresince asetaldehit ve diasetil miktarları azalmıştır.

Ayran örneklerinin SDS-PAGE yöntemiyle belirlenen elektroforetik profilleri ilave edilen oranlarda peyniraltı suyunun protein fraksiyonları açısından bir farklılık oluşturmadığını göstermektedir. Depolamanın da elektroforetik profil üzerine bir etkisi görülmemiştir. Ancak transglutaminaz enzimi ilave edilen örneklerde enzim ilave edilmeyen örneklerden farklı olarak jelin üst kısımlarında koyuluk tespit edilmiştir. Bunun çapraz bağlanan kazeinlerin jelin bu kısmında tutunmasından ileri geldiği söylenebilir. Ayrıca transglutaminaz enzimi ilave edilen örnekler arasında peyniraltı suyu miktarı arttıkça görülen bu koyuluğun azaldığı da belirlenmiştir.

Native-PAGE elektroforetogramları ise ayran örnekleri arasında bir farklılık olmadığını göstermiştir. Ayran peyniraltı suyu ve enzim ilavesi proteinler arasında herhangi bir etki yaratmadan tespit edilen bantlarda değişikliğe neden olmamıştır. SDS-PAGE sonuçlarına benzer şekilde depolamanın da Native-PAGE elektroforetogramları üzerine etkisi olmamıştır.

Ayran örneklerinin peptit profili sonuçları da 15 günlük depolamanın peptitler üzerine bir etkisinin olmadığını göstermiştir. İlave edilen peyniraltı suyu miktarı arttıkça serum proteinlerinin miktarlarının arttığı ancak transglutaminaz enzimi ilavesiyle α -laktalbumin miktarında bir azalma olduğu tespit edilmiştir.

Ayranların duyuusal değerlendirme puanlama ve farklılık testi olarak iki farklı şekilde belirlenmiştir.

Puanlama testi sonuçları ayran üretiminde peyniraltı suyu kullanımının ve transglutaminaz enzimi ilavesinin görünüş ve yapı özelliklerini olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Lezzet açısından ise peyniraltı suyu ve transglutaminaz enzimi ilavesinin ayranında önemli bir değişiklik yaratmadığı ortaya konmuştur.

Farklılık testi sonuçlarında da “toplam kabul edilebilirlik” açısından puanlama testi sonuçlarına benzer şekilde peyniraltı suyu ve transglutaminaz enzimi içeren ayran örneklerinin peyniraltı suyu ve transglutaminaz enzimi içermeyen kontrol örneğinden farklı olmadığı veya daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Rekonstitüye peyniraltı suyu ilavesiyle elde edilen ayran örneklerinin maliyet hesaplaması yapıldığında; birinci uygulama örneklerinin üretim maliyetinin, kullanılan peyniraltı suyu tozu miktarına bağlı olarak litrede % 1.363 ile % 3.863 arasında düştüğü, transglutaminaz enzimi kullanıldığında maliyet düşüşünün % 0.454 ile % 2.953 arasında olduğu görülmüştür. İkinci uygulama örneklerinin ise rekonstitüye peyniraltı suyu ile elde edildiğinde kontrol örneğinden daha yüksek maliyete sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak peynir üretilen ve peyniraltı suyunu değerlendirmeyen işletmelerde, atık olarak görülen bir maddenin kullanımı üretim maliyetini etkilemeyecektir. Üretim maliyetine etkisi olmasa da biyolojik oksijen değeri yüksek olan peyniraltı suyunun değerlendirilmesiyle arıtma bedeli ödenmeyecek olmasının işletme maliyetini düşüreceği öngörülmektedir.

Gerçekleştirilen bu tez çalışmasında;

- Rekonstitüye peyniraltı suyu ilaveli ayran üretiminin; ayran üretiminde belirli oranlarda peyniraltı suyu kullanımının ürün özellikleri üzerine belirgin olumsuz bir etkisinin olmaması, fiziksel özelliklerde ortaya çıkan olumsuzlukların önemsizliği ve giderilme imkanının olması nedeniyle mümkün olduğu,

- Ayran üretiminde rekonstitüye peyniraltı suyu kullanımının ürünün fiziksel özelliklerinde meydana getirdiği olumsuzlukların transglutaminaz enzimi kullanımı ile ortadan kaldırılabileceği,

- 0.5 U/g protein oranında transglutaminaz enziminin pastörizasyondan sonra starter kültür ile birlikte ilavesinin peyniraltı suyu içeren ayran örneklerinin fiziksel özellikleri üzerine olumlu etkisinin olduğu,

- Ayran üretiminde rekonstitüye peyniraltı suyu kullanımının maliyeti düşürdüğü ve

- Tüm sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda; ayran üretiminde rekonstitüye peyniraltı suyu kullanılmasının mümkün olduğu, birinci uygulamadaki protein içeriğinin % 10'u peyniraltı suyu tozundan karşılanarak üretilen örnek ile ikinci uygulamadaki kullanılan seyreltme sıvısının % 50'si peyniraltı suyu olan örneğin en iyi sonuçları verdiği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Aaltonen, T., Huuonen, I. and Myllärinen, P. 2014. Controlled transglutaminase treatment in Edam cheese-making. *International Dairy Journal*, 38, 179-182.
- Akal, C., Türkmen, N. ve Koçak, C. 2016. Kefir üretiminde peyniraltı suyu kullanımı. *Gıda*, 41(5), 351-357.
- Akalın, A.S., Unal, G., Dinkci, N. and Hayaloglu, A.A. 2012. Microstructural, textural, and sensory characteristics of probiotic yogurts fortified with sodium calcium caseinate or whey protein concentrate. *Journal of Dairy Science*, 95, 3617-3628.
- Altay, F., Karbancıoğlu, F., Daskaya-Dikmen, C. and Heperkan, D. 2013. A review on traditional Turkish fermented non-alcoholic beverages: Microbiota, fermentation process and quality characteristics. *International Journal of Food Microbiology*, 167, 44-56.
- Anema, S.G., Lauber, S., Lee, S.K., Henle, T. and Klostermeyer, H. 2005. Rheological properties of acid gels prepared from pressure and transglutaminase-treated skim milk. *Food Hydrocolloids*, 19, 879-887.
- Anonim. 1978. TS 3043 Peynirde Klorür Miktarı Tayini (Referans Metot), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim. 1990. TS 8189 Süt Yağ Tayini- Gerber Metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim. 1995. Peyniraltı suyu tozu. Türk Standartları Enstitüsü, TS 11860. Ankara.
- Anonim. 2000. Türk Gıda Kodeksi, Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği, Tebliğ No: 2000/6.
- Anonim. 2002. TS 1018 İnek Sütü-Çiğ, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim. 2009. Türk Gıda Kodeksi, Fermente Süt Ürünleri Tebliği, Tebliğ No: 2009/25.
- Anonim. 2017a. TÜİK Ayran üretim istatistikleri.
<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=85&locale=tr>, Erişim Tarihi: 02.04.2017.
- Anonim. 2017b. TÜİK Ayran üretim istatistikleri.
<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=85&locale=tr>, Erişim Tarihi: 20.04.2017.
- Anonymous. 2002. ADPI (American Dairy Products Institute), Standards For Grades of Dry Milks Including Methods of Analysis, Bulletin 916.
- Attaallah, W., Yılmaz, A. M., Erdoğan, N., Yalçın, A. S. and Aktan, A. Ö. 2012. Whey protein versus whey protein hydrolyzate for the protection of azoxymethane and dextran sodium sulfate induced colonic tumors in rats. *Pathology and Oncology Research*, 18, 817-822.

- Atamer, M. ve Sezgin E. 1986. Yoğurtta kurumadde artırımının fiziksel özellikler üzerine etkisi. *Gıda Dergisi*, 11, 327-331.
- Atamer, M., Gürsel, A., Tamuçay, B., Gençer, N., Yıldırım, G., Odabaşı, S., Karademir, E., Şenel, E. ve Kırdar, S. 1999. Dayanıklı ayran üretiminde pektin kullanım olanakları üzerine bir araştırma. *Gıda*, 24(2), 119-126.
- Aunbjerg, S.D., Honore, A.H., Marcussen, J., Ebrahimi, P., Vogensen, F.K., Benfeldt, C., Skov, T. and Knochel, S. 2015. Contribution of volatiles to the antifungal effect of *Lactobacillus paracasei* in defined medium and yogurt. *International Journal of Food Microbiology*, 194, 46–53.
- Ayar, A. and Burucu, H. 2013. Effect of whey fractions on microbial and physicochemical properties of probiotic ayran (drinkable yogurt). *International Food Research Journal*, 20(3), 1409-1415.
- Baruzzi, F., Quintieri, L., Caputo, L., Cocconcelli, P., Borcakli, M., Owczarek, L., Jasinska, U. Skapska, S. and Morea, M. 2016. Improvement of Ayran quality by the selection of autochthonous microbial cultures. *Food Microbiology*, 60, 92-103.
- Bayraktaroğlu, G. 2008. Yağsız ayranın kalite ve reolojik Özellikleri üzerine yağ ikame maddelerinin etkisi, Yüksek Lisans Tezi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 96, Manisa.
- Bayraktaroğlu, G. ve Obuz, E. 2008. Farklı Yag Oranlarındaki Ayranların Kalite ve Reolojik Özellikleri, Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs, Bildiri Özetleri Kitabı, 825-828, Erzurum.
- Bayram, T., Pekmez, M., Arda, N. and Yalçın, A. S. 2008. Antioxidant activity of whey protein fractions isolated by gel exclusion chromatography and protease treatment. *Talanta* 75, 705-709.
- Belitz, H.D., Grosch, W. and Schieberle, P. 2009. *Food Chemistry*. Springer-Verlag, 1070, Berlin.
- Beshkova, D.M., Simova, E.D., Frengova, G.I., Simov, Z.I. and Dimitrov, Z.P. 2003. Production of volatile aroma compounds by kefir starter cultures. *International Dairy Journal*, 13, 529–535.
- Bontinis, T.G., Mallatou, H., Pappa, E.C., Massouras, T. and Alichanidis, E. 2012. Study of proteolysis, lipolysis and volatile profile of a traditional Greek goat cheese (Xinotyri) during ripening. *Small Ruminant Research*, 105, 193-201.
- Bounos, G., Batist, G. and Gold, P., 1991. Whey proteins in cancer prevention. *Cancer Letters*, 57, 91-94.
- Bönisch, M.P., Huss, M., Weithel, K. and Kulozik, U. 2007. Transglutaminase cross-linking of milk proteins and impact on yoghurt gel properties. *International Dairy Journal*, 17, 1360–1371.

- Breme, K. and Guggenbühl, B. 2014. Aroma profile of a red-berries yoghurt drink by HS-SPME-GCMS-O and influence of matrix texture on volatile aroma compound release of flavored dairy products. In: Flavor Science. Ferreira, V. and Lopez, R. (eds). Academic Press, 101-106, USA.
- Bulat, T. 2017. Oksidasyon-redüksiyon potansiyelinin ultrafiltre beyaz peynirin olgunlaşma süreci üzerine etkisi. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 197, Ankara.
- Buttriss, J. 1997. Nutritional properties of fermented milk products. International Journal of Dairy Technology, 50(1), 21-27.
- Chaves, A.C.S.D., Fernandez, M., Lerayer, A.L.S., Mierau, I., Kleerebezem, M. and Hugenholz, J. 2002. Metabolic engineering of acetaldehyde production by *Streptococcus thermophilus*. Applied A-and Environmental Microbiology, 68(11), 5656-5662.
- Cheng, H. 2010. Volatile Flavor Compounds in Yogurt: A Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 50, 938-950.
- Clark, S. and Costello, M. 2016. Dairy products evaluation competitions. In: The Sensory Evaluation of Dairy Products, Second Edition. Clark, S., Costello, M., Drake, M. and Bodyfelt, F. (eds). Springer Science & Business Media, 43-72, USA.
- Collyer, A.A. and Clegg, D.W. 1998. Rheological Measurement 2nd edition. Chapman & Hall, 779, UK.
- Cornish, J., Callon, K. E., Naot, D., Palmano, K. P., Banovic, T., Bava, U., Watson, M., Lin, J. M., Tong, P.C., Chen, Q., Chan, V. A., Haggarty, N. W., Grey, A. B. and Reid, I. R., 2004. Lactoferrin is a potent regulator of bone cell activity and increases bone formation in vivo. Endocrinology, 145, 4366-4374.
- Cornish, J. 2004. Lactoferrin promotes bone growth. Biometals, 17, 331-335.
- Çiftçi, G., Yeğin, S. ve Deveci, N. 1997. Peyniraltı suyundan yoğurt eldesi. Gıda, 22(2), 173-175.
- Damin, M.R., Alcantara, M.R., Nunes, A.P. and Oliveira, M.N. 2009. Effects of milk supplementation with skim milk powder, whey protein concentrate and sodium caseinate on acidification kinetics, rheological properties and structure of nonfat stirred yoğurt. LWT - Food Science and Technology, 42, 1744-1750.
- Damodaran, S. and Li, Y. 2017. A two-step enzymatic modification method to reduce immuno-reactivity of milk proteins. Food Chemistry, 237, 724-732.
- Dan, T., Wang, D., Lin, R.L., Zhang, H.P., Zhou, T.T. and Sun, T.S. 2017. Characterization of volatile compounds in fermented milk using solid-phase microextraction methods coupled with gas chromatography-mass spectrometry. Journal of Dairy Science, 100, 2488-2500.

- de Jong, G.A.H., Wijgaards, G. and Koppelman, S.J. 2003. Transglutaminase inhibitor from milk. *Journal of Food Science*, 68, 820-825.
- Delgado, F.J., Gonzalez-Crespo, J., Cava, R., Garcia-Parra, J. and Ramirez, R. 2010. Characterisation by SPME–GC–MS of the volatile profile of a Spanish soft cheese P.D.O. Torta del Casar during ripening. *Food Chemistry*, 118, 182–189.
- Dimitreli, G., Gregoriou, E.A., Kalantzidis, G. and Antoniou, K.D. 2013. Rheological properties of kefir as affected by heat treatment and whey protein addition. *Journal of Texture Studies*. *Journal of Texture Studies*, 44, 418–423.
- Dinçoğlu, A.H. ve Ardıç, M. 2012. Peyniraltı suyunun beslenmemizdeki önemi ve kullanım olanakları. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 1(1), 54-60.
- Dinkçi, N. 2012. The influence of transglutaminase treatment on functional properties of strained yoghurt. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11(13), 2238-2246.
- Duru, S. ve Özgüneş, H. 1981. Ankara piyasasında satılan ayran ve yoğurt örneklerinin hijyenik kaliteleri üzerinde araştırmalar. *Gıda*, 6(4), 19-23.
- Ebringer, L., Ferencik, M. and Krajcovic, J. 2008. Beneficial health effects of milk and fermented dairy products – review. *Folia Microbiologica*, 53(5), 378–394.
- Ergüllü, E. ve Demiryol, İ. 1983. Yoğurda değişik oranlarda su katılarak yapılan ayranların bazı özellikleri üzerinde araştırma. *Gıda*, 8(5), 203-208.
- Erkaya, T., Başlar, M., Şengül, M. and Ertugay, M.F. 2015. Effect of thermosonication on physicochemical, microbiological and sensorial characteristics of ayran during storage. *Ultrasonics Sonochemistry*, 23, 406-412.
- Ersoy, M. ve Uysal, H. 2003. Süttozu, peyniraltı suyu tozu ve yayıkaltı karışımları ile üretilen kefirlerin özellikleri üzerine bir araştırma II. bazı fiziksel ve duyuusal özellikler. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1), 79-86.
- Ertugay, M. F., Başlar, M., Şengül, M. and Sallan, S. 2012. The effects of acoustic energy on viscosity and serum separation of traditional ayran, a Turkish yoghurt drink, *Gıda*, 37(5), 253-257.
- Færgemand, M. Otte, J. and Qvist, K.B. 1997. Enzymatic cross-linking of whey proteins by a Ca²⁺ independent microbial transglutaminase from *Streptomyces lydicus*. *Food Hydrocolloids*, 11(1), 19-25.
- Færgemand, M., Otte, J. and Qvist, K.B. 1998. Emulsifying properties of milk proteins crosslinked with microbial transglutaminase. *International Dairy Journal*, 8, 715-723.
- Fox, P.F. and McSweeney, P.L.H. 1998. *Dairy Chemistry and Biochemistry*. Blackie Academic & Professional. 478, UK.

- Gassenmeier, K. 2004. Interactions of selected flavor compounds with selected dairy products. In: Handbook of flavor characterization. Deibler, K.D., Delwiche, J. (eds) Marcel Dekker Inc., 259-276. New York.
- Gauche, C., Vieira, J.T.C. Ogliari, P.J. and Bordignon-Luiz, M.T. 2008. Crosslinking of milk whey proteins by transglutaminase. *Process Biochemistry*, 43, 788–794.
- Gauche, C., Tomazi, T., Barreto, P.L.M., Ogliari, P.J. and Bordignon-Luiz, M.T. 2009. Physical properties of yoghurt manufactured with milk whey and transglutaminase. *LWT-Food Science and Technology*, 42, 239-243.
- Gerrard, J.A. 2002. Protein–protein crosslinking in food: methods, consequences, applications. *Trends in Food Science & Technology*, 13, 391-399.
- Gönç, S., Akbulut, N., Kınık, Ö. ve Kılıç, S. 1989. Bazı kimyasal koruyucu katkı maddelerinin yoğurdun dayanıklılığına etkisi üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2), 195-206.
- Gregory, M. E., 1954. The Microbiological assay of ‘Vitamin B12’ in the milk of different animal species. *British Journal of Nutrition*, 8, 340-347.
- Gripon, J.C., Desmazeud, M.J., Et.le Baes, D. and Bergere, J.H. 1975. Role Des Microorganismes Et Des Enzymes Du Cours De La Maturation. *Le Lait*, 55(548), 502-516.
- Guggisberg, D., Eberhard, P. and Albrecht, B. 2007. Rheological characterization of set yoghurt produced with additives of native whey proteins. *International Dairy Journal*, 17, 1353–1359.
- Guyot, C. and Kulozik, U. 2011. Effect of transglutaminase-treated milk powders on the properties of skim milk yoghurt. *International Dairy Journal*, 21, 628-635.
- Gürsel, A. 2015. Peyniraltı Suyu Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Yayınları Yayın No: 451, 209, Ankara.
- Gürsel, A., Gürsoy, A., Anlı, E.A.K., Budak, Ş.O., Aydemir, S. and Durlu-Ozkaya, F. 2016. Role of milk protein–based products in some quality attributes of goat milk yogurt. *Journal of Dairy Science*, 99, 2694-2703.
- Güventürk, U. 1989. Dayanıklı ayran yapımı üzerinde bir araştırma. İzmir İl Kontrol Laboratuvarı Müdürlüğü, Yayın no: 28, İzmir.
- Han, X.Q. and Damodaran, S. 1996. Thermodynamic compatibility of substrate proteins affects their cross-linking by transglutaminase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 1211-1217.
- Hassan, F.A.M., Mona, A.M., Gawad, A.E. and Enab, A.K. 2013. Flavour Compounds in Cheese (Review). *Research on Precision Instrument and Machinery*, 2(2), 15-29.

- Hayaloğlu, A.A., Topçu, A. ve Koca, N. 2011. Peynir Analizleri. In: Peynir Biliminin Temelleri. Hayaloğlu, A. ve Özer, B. (eds). Sidas Medya, 489-562, İzmir.
- Hernandez, E.J.G., Estepa, R.G. and Rivas, I.R. 1995. Analysis of diacetyl in yogurt by two new spectrophotometric and fluorimetric methods. *Food Chemistry*, 53, 315-319.
- Hoffman, J. R. and Falvo, M. J., 2004. Protein - which is best? *Journal of Sports Science and Medicine*, 3, 118–130.
- Hu, Y., Ge, K., Jiang, L., Guo, H., Luo, J., Wang, F. and Ren, F. 2013. Effect of transglutaminase on yield, compositional and functional properties of low-fat Cheddar chesse. *Food Science and Technology Research*, 19(3), 359-367.
- Imhof, R. and Bosset, J.O. 1994. Relationships between micro-organisms and formation of aroma compounds in fermented dairy products. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 198, 267-276.
- Imm, J.Y., Lian, P. and Lee, C.M. 2000. Gelation and water binding properties of transglutaminase-treated skim milk powder. *Journal of Food Science*, 65, 200-205.
- Janhoj, T., Frost, M.B. and Ipsen, R. 2008. Sensory and rheological characterization of acidified milk drinks. *Food Hydrocolloids*, 22, 798-806.
- Jaros, D., Partschefeld, C., Henle, T. and Rohm, H. 2006. Transglutaminase in dairy products: chemistry, physics, applications. *Journal of Texture Studies* 37, 113-155.
- Kachuk, C. and Doucette, A.A. 2017. The benefits (and misfortunes) of SDS in top-down proteomics. *Journal of Proteomics*, 1-12. (In Press)
- Kaminarides, S., Stamou, P. and Massouras, T. 2007. Comparison of the characteristics of set type yoghurt made from ovine milk of different fat content. *International Journal of Food Science and Technology*, 42, 1019-1028.
- Karagözlü, C. and Bayarer, M. 2004. Nutritional and Functional Characteristics of Whey Proteins in Food Products. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(2), 197-207.
- Katsiari, M.C., Voutsinas, L.P. and Kondyli, E. 2002. Manufacture of yoghurt from stored frozen sheep's milk. *Food Chemistry*, 77, 413–420.
- Kiani, H., Mousavi, S.M.A. and Emam-Djomeh, Z. 2008. Rheological properties of Iranian yoghurt drink, Doogh. *International Journal of Dairy Science*, 3(2), 71-78.
- Kieliszek, M. and Misiewicz, A. 2014. Microbial transglutaminase and its application in the food industry. A review. *Folia Microbiologica*, 59, 241-250.
- Koçak, C. and Avşar, Y.K. 2010. Ayran: microbiology and technology. In: *Development and Manufacture of Yogurt and Other Functional Dairy Products*. Yıldız, F. (ed). CRC Press, 123-142, New York.

- Koçak, C., Avşar, Y.K. and Tamuçay, B. 2006. A Comparative Study on The Production Methods of Ayran. *Gıda*, 31(4), 225-231.
- Köksoy, A. and Kılıç, M. 2003. Effects of water and salt level on rheological properties of ayran, a Turkish yoghurt drink. *International Dairy Journal*, 13, 835–839.
- Köksoy, A. and Kılıç, M. 2004. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. *Food Hydrocolloids*, 18, 593-600.
- Köse, Ş. ve Ocak, E. 2014. Yoğurtta lezzet bileşenlerinin oluşumu ve bu oluşum üzerine etki eden faktörler. *Akademik Gıda*, 12(2), 101-107.
- Krzeminski, A., Großhable, K. and Hinrichs, J. 2011. Structural properties of stirred yoghurt as influenced by whey proteins. *LWT-Food Science and Technology*, 44, 2134-2140.
- Kuchroo, C.N. and Fox, P.F. 1982. Soluble nitrogen in Cheddar cheese: comparison of extraction procedures. *Milchwissenschaft*, 37, 331-335.
- Kuraishi, C., Katsutoshi, Y. and Susa, Y. 2001. Transglutaminase: its utilization in the food industry. *Food Reviews International*, 17(2), 221-246.
- Kurt, A. ve Gülümser, S. 1988. Peynir suyu kullanım imkanları. *Gıda*, 2(3), 133-141.
- Kurt, A., Çakmakçı, S. ve Çağlar, A. 1993. Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metodları Rehberi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:252/d, 150, Erzurum.
- Lacroix, I.M.E., Meng, G., Cheung, I. W. Y. and Li-Chan, E. C. Y. 2016. Do whey protein-derived peptides have dual dipeptidyl-peptidase IV and angiotensin I-converting enzyme inhibitory activities? *Journal of Functional Foods*, 21, 87-96.
- Laiho, S., Williams, R.P.W., Poelman, A., Appelqvist, I. and Logan, A. 2017. Effect of whey protein phase volume on the tribology, rheology and sensory properties of fat-free stirred yoghurts. *Food Hydrocolloids*, 67, 166-177.
- Lawlor, J.B., Delahunty, C.M., Wilkinson, M.G. and Sheehan, J. 2002. Relationships between the gross, non-volatile and volatile compositions and the sensory attributes of eight hard-type cheeses. *International Dairy Journal*, 12, 493-509.
- Lee, J.H., Diono, R., Kim, G.Y., and Min, D. 2003. Optimization of solid phase microextraction analysis for the headspace volatile compounds of parmesan cheese. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 1136-1140.
- Li, C., Song, J., Kwok, L., Wang, J., Dong, Y., Yu, H., Hou, Q., Zhang, H. and Chen, Y. 2017. Influence of *Lactobacillus plantarum* on yogurt fermentation properties and subsequent changes during postfermentation storage. *Journal of Dairy Science*, 100, 2512-2525.
- Li, Y. and Damodaran, S. 2017. In vitro digestibility and IgE reactivity of enzymatically cross-linked heterologous protein polymers. *Food Chemistry*, 221, 115-1157.

- Lorenzen, P.C., Neve, H., Mautner, A. and Schlimme, E. 2002. Effect of enzymatic cross-linking of milk proteins on functional properties of set style yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 55, 152-157.
- Lucey, J.A., Munro, P.A. and Singh, H. 1999. Effects of heat treatment and whey protein addition on the rheological properties and structure of acid skim milk gels. *International Dairy Journal*, 9, 275-279.
- Lucey, J.A. 2001. The relationship between rheological parameters and whey separation in milk gels. *Food Hydrocolloids*, 15, 603-608.
- Macciola, V., Candela, G. and Leonardis, A.D. 2008. Rapid gas-chromatographic method for the determination of diacetyl in milk, fermented milk and butter. *Food Control*, 19, 873-878.
- Mahmood, W.A. and Sebo, A.H. 2009. Effect of microbial transglutaminase treatment on soft cheese properties. *Mesopotamia Journal of Agriculture*, 37(4), 1-9.
- Mahmood, W.A. and Sebo, A.H. 2012. Improvement of yogurt properties by microbial transglutaminase. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 8(3), 333-342.
- Mani-Lopez, E., Plaou, E. and Lopez-Malo, A. 2014. probiotic viability and storage stability of yogurts and fermented milks prepared with several mixtures of lactic acid bacteria. *Journal of Dairy Science*, 97, 2578-2590.
- Marafon, A.P., Sumi, A., Alcantara, M.R., Tamime, A.Y. and Oliveira, M.N. 2011. Optimization of the rheological properties of probiotic yoghurts supplemented with milk proteins. *LWT - Food Science and Technology*, 44, 511-519.
- Margetts, J. 2005. Aroma chemicals: natural aroma chemicals. In: *Chemistry and Technology of Flavor and Fragrances*. Rowe, D. (ed) Blackwell Publishing 169-198.
- Meilgaard, M.C., Civille, G.V. and Carr, B.T. 2016. *Sensory Evaluation Techniques*, Fifth Edition, CRC Press, 585, USA.
- Mert, İ., Yetişemiyen, A., Artık, N. ve İlbeği, İ. 2016. Süt Terimleri Sözlüğü. *Ulusal Süt Konseyi*, 204, Ankara.
- Metin, M. 2005. Süt Teknolojisi Sütün bileşimi ve işlenmesi. Bölüm 4: Sütün Azotlu Maddeleri. *Ege Üniversitesi Basımevi*, s. 95-96, İzmir.
- Mleko, S. and Gustaw, W. 2002. Rheological changes due to substitution of total milk proteins by whey proteins in dairy desert. *Journal of Food Science and Technology*, 39(2), 170-172.
- Motoki, M. and Seguro, K. 1998. Transglutaminase and its use for food processing. *Trends in Food Science & Technology*, 9, 204-210.

- Mounsey, J.S., O'Kennedy, B.T. and Kelly, P.M. 2005. Influence of transglutaminase treatment on properties of micellar casein and products made therefrom. *Lait*, 85, 405-418.
- Myllärinen, P., Buchert, J. and Autio, K. 2007. Effect of transglutaminase on rheological properties and microstructure of chemically acidified sodium caseinate gels. *International Dairy Journal*, 17, 800–807.
- Naot, D., Grey, A., Reid, I.R. and Cornish, J. 2005. Lactoferrin-A Novel Bone Growth Factor. *Clinical Medicine & Research*, 3(2), 93-101.
- Nielsen, N.S., Debnath, D. and Jacobsen, C. 2007. Oxidative stability of fish oil enriched drinking yoghurt. *International Dairy Journal*, 17, 1478-1485.
- Nieuwenhuizen, W.F., Dekker, H.L., Koning, L.J. Gröneveld, T., Koster, C.G. and Jong, G.A.H. 2003. Modification of glutamine and lysine residues in holo and apo α -lactalbumin with microbial transglutaminase. *Food Chemistry*, 51, 7132-7139.
- Nilsson, L.E., Lyck, S. and Tamime, A.Y. 2006. Production of Drinking Products. In: *Fermented Milks*, Tamime A.Y.(ed) Blackwell Science Ltd., 95-127, UK.
- Nishanthi, M., Chandrapala, J. and Vasiljevic, T. 2017. Compositional and structural properties of whey proteins of sweet, acid and salty whey concentrates and their respective spray dried powders. *International Dairy Journal*, 1-8 (In Press).
- Nonaka, M., Sakamoto, H., Toiguchi, S., Kawajiri, H., Soeda, T. and Motoki, M. 1992. Sodium caseinate and skim milk gels formed by incubation with microbial transglutaminase. *Journal of Food Science*, 57(5), 1214-1241.
- Oevermann, A., Engels, M., Thomas, U. and Pellegrini, A. 2003. The antiviral activity of naturally occurring proteins and their peptide fragments after chemical modification. *Antiviral Research*, 59, 23–33.
- Ortega, L., Romero, A., Muro, C. and Riera, F. 2015. Antioxidant activity and functional properties of polymerized whey products by glycation process. *International Journal of Polymer Science*, 1-10.
- Ott, A., Fay, L.B and Chaintreau, A. 1997. Determination and Origin of the Aroma Impact Compounds of Yogurt Flavor. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 850-858.
- Ott, A., Germond, J.E., Baumgartner, M. and Chaintreau, A. 1999. Aroma Comparisons of Traditional and Mild Yogurts: Headspace Gas Chromatography Quantification of Volatiles and Origin of α -Diketones. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 2379-2385.
- O-Sullivan, M.M., Kelly, A. L. and Fox, P. F. 2002. Influence of transglutaminase treatment on some physico-chemical properties of milk. *Journal of Dairy Research*, 69, 433-442.

- Özdemir, S. ve Bodur, A.E. 1994. Yoğurt üretimi sırasında oluşan fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal olaylar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(3), 479-487.
- Özdemir, Ü. 2004. Üretim Parametrelerinin Ayranın Yapısal Özelliklerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 59, İstanbul.
- Özdemir, U. and Kılıç, M. 2004. Influence of fermentation conditions on rheological properties and serum separation of ayran. Journal of Texture Studies 35, 415-428.
- Özen, A.E. and Kılıç, M. 2007. Improvement of physical properties of nonfat fermented milk drink by using whey protein concentrate. Journal of Texture Studies, 40, 288-299.
- Özen, A. E. and Kılıç, M. 2009. Improvement of physical properties of nonfat fermented milk drink by using whey protein concentrate. Journal of Texture Studies, 40, 288-299.
- Özer, B.H. 1997. Rheological properties of labneh (concentrated yoghurt). Doktora Tezi. The University of Reading, Faculty of Agriculture and Food Department of Food Science and Technology, UK.
- Özer, B. 2006. Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Sidas Medya Ltd. Şti. 488, İzmir.
- Özer, B., Kirmaci, H.A., Öztekin, Ş., Hayaloglu, A. and Atamer, M. 2007. Incorporation of microbial transglutaminase into non-fat yogurt production. International Dairy Journal 17, 199-207.
- Özrenk, E. 2006. The use of transglutaminase in dairy products. International Journal of Dairy Technology, 59 (1), 1-7.
- Öztürkoğlu, Ş. 2014. Divle obruk peynirinin bazı özelliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, 245, Ankara.
- Pandiyan, C., Villi, R.A., Kumaresan, G., Rajarajan, G. and Elango, A. 2012. Effect of incorporation of whey protein concentrate on quality of ice cream. Journal of Veterinary & Animal Sciences, 8(4), 189-193.
- Patır, B., Öksüztepe, G., Şeker, P. ve Dikici, A. 2006. Elazığ'da Tüketime Sunulan Açık Ayrarlar ile Orijinal Ambalajlı Ayrarların Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kalitesi. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 20(5), 357-363.
- Pazos, M., Andersen, M.L. and Skibsted, L.H. 2006. Amino acid and protein scavenging of radicals generated by iron/hydroperoxide system: an electron spin resonance spin trapping study. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(26), 215-221.
- Pellegrini, A., Dettling, C., Thomas, U. and Hunziker, P. 2001. Isolation and characterization of four bactericidal domains in the bovine β -lactoglobulin. Biochimica et Biophysica Acta, 1526, 131-140.

- Pellegrini, A., Thomas, U., Bramaz, N., Hunziker, P. and Fellenberg, R. 1999. Isolation and identification of three bactericidal domains in the bovine α -lactalbumin molecule. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1426, 439-448.
- Penna, A.L., Baruffaldi, R. and Oliveira, M.N. 1997. Optimization of yogurt production using demineralized whey. *Journal of Food Science*, 62(4), 846-850.
- Pihlanto-Leppela, A. 2001. Bioactive peptides from bovine whey proteins: opioid and ace-inhibitory peptides. *Trends in Food Science & Technology*, 11, 347-356.
- Pihlanto-Leppela, A., Rokka, T. and Korhonen, H. 1998. Angiotensin I Converting Enzyme Inhibitory Peptides Derived from Bovine Milk Proteins. *International Dairy Journal*, 8, 325-331.
- Pihlanto-Leppela, A., Koskinen, P., Piilola, K., Tupasela, T. and Korhonen, H. 2000. Angiotensin I-converting enzyme inhibitory properties of whey protein digests: concentration and characterization of active peptides. *Journal of Dairy Research*, 67, 53-64.
- Power, O., Fernandez, A., Norris, R., Riera, F. A. and Fitzgerald, R. J. 2014. Selective enrichment of bioactive properties during ultrafiltration of a tryptic digest of β -lactoglobulin. *Journal of Functional Foods*, 9, 38-47.
- Pripp, A.H., Ur-Rehman, S., McSweeney, P.L.H. and Fox, P.F. 1999. Multivariate statistical analysis of peptide profiles and free amino acids to evaluate effects of single-strain starters on proteolysis in miniature Cheddar-type cheeses. *International Dairy Journal*, 9, 473-479
- Qi, W., Chen, C., Liu, M., Yu, G., Cai, X., Guo, P., Yao, Y. and Mei, S. 2015. Whey protein isolate modified by transglutaminase aggregation and emulsion gel properties. *Global Conference on Polymer and Composite Materials, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 87, 1-10.
- Romeih, E. and Walker, G. 2017. Recent advances on microbial transglutaminase and dairy application. *Trends in Food Science & Technology*, 62, 133-140.
- Routray, W. and Mishra, H.N. 2011. Scientific and Technical Aspects of Yogurt Aroma and Taste: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10, 208-220.
- Schkoda, P., Hechler, A. and Kessler, H.G. 1999. Effect of minerals and pH on rheological properties and syneresis of milk-based acid gels. *International Dairy Journal*, 9, 269-273.
- Serdaroğlu, M. ve Turp, G. Y. 2003. Gıda işlemede transglutaminaz kullanımı. *Gıda*, 28(2), 209-215.
- Settachaimongkon, S. 2014. Simultaneous growth and metabolite production by yoghurt starters and probiotics: a metabolomics approach. *Doktora Tezi. Wageningen University, Dairy Science and Technology*, 214, Netherlands.

- Shah, N.P. 2006. Health benefits of yogurt and fermented milks. In: Manufacturing Yogurt and Fermented Milks. Chandan, R.C., White C.H., Kilara, A., Hui, Y.H. (eds), Blackwell Publishing, 327-340, USA.
- Sharma, R., Lorenzen, P.C. and Qvist, K.B. 2001. Influence of transglutaminase treatment of skim milk on the formation of ϵ -(γ -glutamyl) lysine and the susceptibility of individual proteins towards crosslinking. *International Dairy Journal*, 11, 785-793.
- Shirkhani, M., Khosrowshahi, A. and Madadlou, A. 2013. Influence of enzymatic treatment on stabilization of traditional Iranian yoghurt drink, Doogh. 1st International e-Conference on Novel Food Processing, Feb 26-27.
- Shirkhani, M., Madadlou, A. and Khosrowshahil, A. 2015. Enzymatic modification to stabilize the fermented milk drink, Doogh. *Journal of Texture Studies*, 46, 22-33.
- Shori, A.B. and Baba, A.S. 2012. Viability of lactic acid bacteria and sensory evaluation in *Cinnamomum verum* and *Allium sativum*-bio-yogurts made from camel and cow milk. *Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences*, 11, 50-55.
- Sidira, M., Santarmaki, V., Kiourtzidis, M., Argyri, A.A., Papadopoulou, O.S., Choriantopoulos, N., Tassou, C., Kaloutsas, S., Galanis, A. and Kourkoutas, Y. 2017. Evaluation of immobilized *Lactobacillus plantarum* 2035 on whey protein as adjunct probiotic culture in yoghurt production. *LWT-Food Science and Technology*, 75, 137-146.
- Siu, N.C., Ma, C.Y., Mock, W.Y. and Mine, Y. 2002. Functional properties of oat globulin modified by a calcium-independent microbial transglutaminase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 2666-2672.
- Steffe, J. F. 1996. *Rheological Methods in Food Process Engineering*, 2nd edition. Freeman Press, 367, USA.
- Şanlı, T. 2009. Transglutaminaz enzimiyle proteini modifiye edilmiş süttten yapılan ayranların bazı niteliklerinin araştırılması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, 114, Ankara.
- Şanlı, T., Sezgin, E., Deveci, O., Şenel, E. and Benli, M. 2011. Effect of using transglutaminase on physical, chemical and sensory properties of set-type yoghurt. *Food Hydrocolloids*, 25(6), 1477-1481.
- Şanlı, T., Sezgin, E., Şenel, E. and Benli, M. 2013. The effects of transglutaminase on some physicochemical and sensory properties of the Turkish drinking yoghurt Ayran. *International Journal of Dairy Technology*, 66(3), 410-416.
- Şenel, E. 2006. Bazı Üretim Parametrelerinin Yoğurttan Üretilen Yayık Tereyağının Nitelikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi., Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, 168, Ankara.

- Şenel, E., Atamer, M. and Öztekin, F.Ş. 2011. Changes in some properties of strained (Süzme) goat's yoghurt during storage. *Small Ruminant Research*, 99, 171-177.
- Şimşek, O. 1995. Ayran yapımında farklı stabilizatör kullanımı ve etkileri. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No: 229, Tekirdağ.
- Tamime, A.Y. and Robinson, R. K. 2000. *Yoghurt Science and Technology*. Woodhead Publishing Limited, 622, Cambridge England.
- Tamime, A.Y. and Robinson, R.K. 2007. *Tamime and Robinson's Yoghurt*. Woodhead Publishing Limited, 791, UK.
- Tamuçay-Özünü, B. 2005. Ayran kalitesinde etkili bazı parametreler üzerine araştırmalar. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, 109, Ankara.
- Tamuçay-Özünü, B., Koçak, C. ve Aydemir, S. 2007. Ayran Stabilitesini Etkileyen Faktörler. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın no:35, Ankara.
- Tamuçay-Özünü, B. ve Koçak, C. 2010a. Süte farklı homojenizasyon basınçları uygulamanın ayran kalitesine etkisi. *Gıda*, 35 (3), 189-195.
- Tamuçay-Özünü, B. ve Koçak, C. 2010b. Süte farklı ısıl işlem uygulamalarının ayran kalitesine etkisi. *Gıda*, 35(5), 355-362.
- Tamuçay-Özünü, B. ve Koçak, C. 2010c. Farklı inkübasyon sonu asitliğinin ayran kalitesine etkisi. *Gıda*, 35(2), 113-119.
- Theolier, J., Hammami, R., Labelle, P., Fliss, I. and Jean, F. 2013. Isolation and identification of antimicrobial peptides derived by peptic cleavage of whey protein isolate. *Journal of Functional Foods*, 5, 706-714.
- Tonguç, İ.E. 2006. Probiyotik ayran üretimi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, 133, İzmir.
- Topçu, A. and Saldamli, I. 2006. Proteolytical, chemical, textural and sensorial changes during the ripening of Turkish white cheese made of pasteurized cows' milk. *International Journal of Food Properties*, 9, 665-678.
- Truong, V.D. Clare, D.A., Catignani, G.L. and Swaisgood, H.E. 2004. Cross-linking and rheological changes of whey proteins treated with microbial transglutaminase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1170-1176.
- Tsevdou, M.S., Eleftheriou, E.G. and Taoukis, P.S. 2013. Transglutaminase treatment of thermally and high pressure processed milk: effects on the properties and storage stability of set yoghurt. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 17, 144-152.
- Tunail, N. 2009. *Mikrobiyoloji*. Palme Yayıncılık, 446, Ankara.

- Tunick M.H. 2007. Origins of cheese flavor. In: Flavor of Dairy Products. Cadwallader, K.R., Drake, M.A. and McGorin, R. J. (eds) American Chemical Society. 155-173, Washington, USA.
- Ünel, A. 1999. Üç boyutlu renk ölçme yöntemleri. *Gıda*, 24(3), 193-200.
- Wang, W. 2013. Whey proteins cross-linked by transglutaminase or glycated with maltodextrin: physicochemical bases of the improved heat stability. Doktora Tezi. The University of Tennessee, Department of Food Science and Technology, 218, Knoxville, USA.
- Wen-qiong, W., Lan-wei, Z., Xue, H. and Yi, L. 2017. Cheese whey protein recovery by ultrafiltration through transglutaminase (TG) catalysis whey protein cross-linking. *Food Chemistry*, 215, 31-40.
- Wroblewska, B., Kaliszewska-Suchodola, A. Kolakowski, P. and Troszynska, A. 2013. The effect of microbial transglutaminase on the immunoreactive and sensory properties of fermented milk beverages. *International Journal of Food Science and Technology*, 48(5), 1007-1017.
- Wroblewska, B., Kolakowski, P., Pawlikowska, K., Troszynska, A. and Kaliszewska-Suchodola, A. 2009. Influence of the addition of transglutaminase on the immunoreactivity of milk proteins and sensory quality of kefir. *Food Hydrocolloids*, 23, 2434-244.
- Vedamuthu, E.R. 2006. Starter cultures for yogurt and fermented milks. In: Manufacturing Yogurt and Fermented Milks. Chandan, R.C., White C.H., Kilara, A. and Hui (eds) Y.H. Blackwell Publishing, 89-116, USA.
- Yilmaz, M.T., Dertli, E., Toker, S., Tatlisu, N.B., Sagdic, O. and Arici, M. 2015. Effect of in situ exopolysaccharide production on physicochemical, rheological, sensory, and microstructural properties of the yoğurt drink ayran: An optimization study based on fermentation kinetics. *Journal of Dairy Science*, 98, 1604-1624.
- Yerlikaya, O., Kınık, Ö. ve Akbulut, N. 2010. Peyniraltı Suyunun Fonksiyonel Özellikleri ve Peyniraltı Suyu Kullanılarak Üretilen Yeni Nesil Süt Ürünleri. *Gıda*, 35(4), 289-296.
- Yokoyama, K. Nio, N. and Kikuchi, Y. 2004. Properties and applications of microbial transglutaminase. *Applied Microbiology Biotechnology*, 64, 447-454.
- Yurdakök, M. 2013. Yoğurdun öyküsü, probiyotiklerin tarihi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 56, 43-60.
- Yüksel Z. 2007. Transglutaminazın süt proteinlerinin bazı işlevsel özelliklerinin değişimi üzerine etkisi ve yoğurt ve peynire uygulanabilirliği. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. 121, Ankara.

- Yüksel, Z. ve Erdem, Y.K. 2007. Gıda endüstrisinde transglutaminaz uygulamaları: 1. enzimin genel özellikleri. *Gıda*, 32(6), 287-292.
- Yüksel, Z. and Erdem, Y.K. 2009. Modification of bovine milk protein system by transglutaminase. *Gıda*, 34(4), 345-350.
- Zhang, Q. X., Ling, Y. F., Sun, Z., Zhang, L., Yu, H., X., Kamau, S. M. and Lu, R. R. 2012. Protective effect of whey protein hydrolysates against hydrogen peroxide-induced oxidative stress on PC12 cells. *Biotechnology Letters*, 34, 2001-2006.
- Zhao, L.L., Wang, X.L., Tian, Q and Mao, X.Y. 2016. Effect of casein to whey protein ratios on the protein interactions and coagulation properties of low-fat yogurt. *Journal of Dairy Science*, 99, 7768-7775.
- Zhu, Y. and Tramper, J. 2008. Novel applications for microbial transglutaminase beyond food processing. *Trends in Biotechnology*, 25(10), 559-565.

EKLER

EK 1 Kullanılan Peyniraltı Suyu Miktarları

EK 2 Puanlama Testi Formu

EK 3 Farklılık Testi Formu

EK 4 Maliyet Tablosu

EK 5 Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği Ek-2’de Verilen Ayran Özellikleri

EK 6 Örnek Kromatogram

EK 7 Ayran Örneklerinin Toplam Laktik Asit Bakteri Sayıları

EK 1 Kullanılan Peyniraltı Suyu Miktarları

Örnekler	Kontrol Örneği	Birinci Uygulama Örnekleri			İkinci Uygulama Örnekleri		
		X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3
Kullanılan Hammadde Miktarları (kg)							
Süt Miktarı	585	552	523	495	585	585	585
Su miktarı	415	433	447	460	311	208	104
Peyniraltı Suyu	-	-	-	-	104	208	311
Peyniraltı Suyu Tozu	-	15	30	45	-	-	-

EK 2 Puanlama Testi Formu

Birinci Uygulama Örnekleri:

Örnekler	Maksimum Puan	Görünüş	Yapı-Tekstür	Tat ve Koku
K-A	5			
K-B	5			
X1A	5			
X1B	5			
X2A	5			
X2B	5			
X3A	5			
X3B	5			

İkinci Uygulama Örnekleri:

Örnekler	Maksimum Puan	Görünüş	Yapı-Tekstür	Tat ve Koku
K-A	5			
K-B	5			
Y1A	5			
Y1B	5			
Y2B	5			
Y3A	5			
Y3B	5			

EK 3 Farklılık Testi Formu

Panelist Adı:

Tarih:

Size 8 farklı ayran örneği sunulmuştur. Önce K ile işaretlenmiş olan “Kontrol” örneği tadınız. Daha sonra diğer örnekleri tadınız ve lezzet (tat+koku), yapı – tekstür açısından “Kontrol” örneğine göre kıyaslayıp aşağıdaki skalada işaretleyiniz. Daha sonra örnekleri toplam kabul edilebilirlik açısından değerlendiriniz.

Lezzet

	<i>Lezzetsiz</i>			<i>Fark yok</i>				<i>Lezzetli</i>	
K-B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
X1A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
X1B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
X2A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
X2B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
X3A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
X3B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Yapı – Tekstür

	<i>Kötü</i>			<i>Fark yok</i>				<i>İyi</i>	
K-B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
X1A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
X1B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
X2A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
X2B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
X3A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
X3B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Toplam Kabul Edilebilirlik

	<i>Kabul edilemez</i>			<i>Kararsızım</i>				<i>Kabul edilir</i>	
K-B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
X1A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
X1B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
X2A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
X2B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
X3A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
X3B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

EK 4 Maliyet Tablosu

Örnekler	Üretim Maliyeti (TL/L)	Maliyet Değişimi (%)
K-A	2.200	0.000
K-B	2.220	-0.909
I. Uygulama Örnekleri		
X1A	2.170	+1.363
X1B	2.190	+0.454
X2A	2.143	+2.591
X2B	2.163	+0.909
X3A	2.115	+3.863
X3B	2.135	+2.953
II. Uygulama Örnekleri		
Y1A	2.234	-1.545
Y1B	2.254	-2.453
Y2A	2.286	-3.909
Y2B	2.306	-4.815
Y3A	2.338	-6.272
Y3B	2.358	-7.178

1 ton peyniraltı suyu: 20 TL;

1 g peyniraltı suyu tozu: 0.0005 TL;

1 Litre ayran için sabit gider (ambalaj, vergi, KDV, işçilik, enerji, nakliye): 1.474 TL;

1 L litre süt: 1.21 TL;

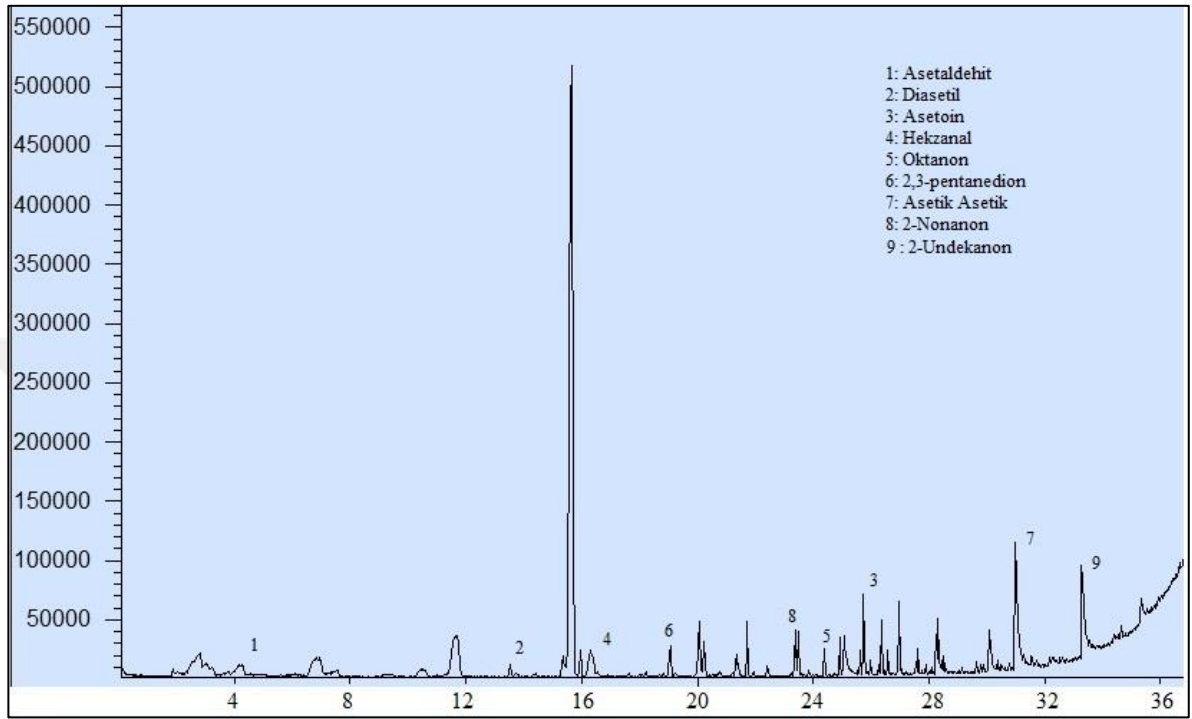
Transglutaminaz enzimi (Activa MP): 0.02 TL/0.1 g TGase (50 Euro/kg (1 Euro:4 TL)) olarak alınmıştır.

EK 5 Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği Ek-2’de Verilen Ayran Özellikleri

Ürün Özelliği	Ayran
Süt Proteini* (Ağırlıkça %)	En az 2,0
Süt yağı (Ağırlıkça %)	-
Titrasyon asitliği (Laktik asit olarak ağırlıkça %)	En az 0,5 En fazla 1,0
Etanol (% hacim/ağırlık)	-
Toplam Spesifik Mikroorganizma (kob/g)	En az 10^6
Etikette Belirtilen Toplam İlave Mikroorganizma (kob/g) **	En az 10^6
Mayalar (kob/g)	-

* Süt Proteini; Kjeldahl metodu ile belirlenen toplam azot miktarı x 6.38

EK 6 Örnek Kromatogram



EK 7 Ayran Örneklerinin Toplam Laktik Asit Bakteri Sayıları

	1. gün	7. gün	15. gün
K-A	14.18	14.16	14.11
K-B	14.22	15.37	14.06
I. Uygulama Örnekleri			
X1A	14.75	14.34	13.62
X1B	14.49	13.28	13.79
X2A	14.68	13.93	13.49
X2B	14.29	14.49	13.99
X3A	14.19	15.49	13.59
X3B	13.75	14.09	13.63
II. Uygulama Örnekleri			
Y1A	14.68	14.94	13.14
Y1B	14.43	13.42	13.82
Y2A	14.04	13.09	13.61
Y2B	14.76	13.55	13.75
Y3A	14.05	13.69	13.56
Y3B	14.30	13.41	13.82

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Havva Ceren AKAL

Doğum Yeri : Erzincan

Doğum Tarihi : 19.05.1986

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Bursa Ulubatlı Hasan Anadolu Lisesi (1997-2002)

Çankaya Milli Piyango Anadolu Lisesi (2002-2004)

Lisans : Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (2004-2008)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı (2008-2011)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Araştırma Görevlisi (2009-)

YAYINLAR

SCI ve SCI-Expanded indekslerde yer alan dergilerde yapılan yayınlar

Ceren AKAL, Atila YETİŞEMİYEN. 2016. Use of whey powder and skim milk powder for the production of fermented cream. Food Science and Technology (Campinas). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.06816>

S. Ozturkoglu-Budak, **C. Akal**, A. Yetisemiyen. 2016. Effect of dried nut fortification on functional, physicochemical, textural and microbiological properties of yogurt. Journal of Dairy Science. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-11217>

Tuba Şanlı, **H. Ceren Akal**, Atila Yetişemiyen, Ali Adnan Hayaloglu. Influence of adjunct cultures on angiotensin-converting enzyme (ACE)-inhibitory activity, organic acid content and peptide profile of kefir. International Journal of Dairy Technology. doi: 10.1111/1471-0307.12346.

Ulusal/Uluslararası Hakemli Dergilerde Yer Alan Yayınlar

Kabwanga Ismail Tijjani, **Ceren Akal**, Atila Yetişemiyen. 2016. Role of Milk, Dairy Products and Milk Components Used in the Management of Metabolic Syndrome. Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences, 4(9), 14-20.

Ceren Akal, Nazlı Türkmen, Celalettin Koçak. Kefir Üretiminde Peyniraltı Suyu Kullanımı. GIDA. 41,5:351-357. doi: 10.15237/gida.GD16030.

Ulusal/Uluslararası kongre ve sempozyum katılımı

Ceren Akal*, Nazlı Türkmen, Barbaros Özer, Celalettin Koçak. 2017. Peyniraltı Suyu ve Transglutaminaz Enzimi Kullanımının Ayranın Reolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. (Sözlü Sunum) 1. Ulusal Sütçülük Kongresi, 25-26 Mayıs. Ankara.

Nazlı Türkmen*, **Ceren Akal**, Esin Doğan. Dondurma Üretiminde Sıvı ve Toz Formda Peyniraltı Suyu Kullanımı. (Sözlü Sunum) (Sözlü Sunum) 1. Ulusal Sütçülük Kongresi, 25-26 Mayıs. Ankara.

Ceren Akal, Birce Taban. Kefir Tanelerinin Mikroflorası. 1. Ulusal Sütçülük Kongresi, 25-26 Mayıs. Ankara.

Ceren Akal*, Sebnem Ozturkoglu-Budak and Nazlı Turkmen. 2017. Utilization of the by-products of whey and cream obtained during the production of an ewes' milk cheese. (Oral Presentation) 6th International Conference on Nutrition and Food Sciences. 10-12 May, Budapest, Hungary.

Ceren Akal*, Nazlı Türkmen, Celalettin Koçak. Ayran Üretiminde Peyniraltı Suyu ve Transglutaminaz Enzimi Kullanımının Ürün Özellikleri Üzerine Etkisi. (Sözlü Sunum) 12. Gıda Kongresi. 5-7 Ekim 2016. Edirne, Türkiye

Ceren Akal, Şebnem Öztürkoğlu Budak, Atila Yetişemiyen. 2015. Effect Of Dried Nut Enrichment of Yoghurts On Folic Acid and Vitamine E Content. The 3rd International Symposium on Traditional Foods From Adriatic to Caucasus, 01-04 October, Sarajevo, Bosnia Herzegovina.

Gökçe Eminoğlu, **Ceren Akal**, Ebru Şenel. 2015. A Traditional Cheese: Katmer. The 3rd International Symposium on Traditional Foods From Adriatic to Caucasus, 01-04 October, Sarajevo, Bosnia Herzegovina.

Ayşe Gürsoy, **Ceren Akal**, Nazlı Türkmen. 2015. Some Properties of Ice Cream with Different Kind of Molasses. The 3rd International Symposium on Traditional Foods From Adriatic to Caucasus, 01-04 October, Sarajevo, Bosnia Herzegovina.

Ceren Akal, Gökçe Eminoğlu, Şebnem Budak, Birce Taban. 2015. Laktik Asit Bakterilerinin Aflatoksin B1 ve Aflatoksin M1 Bağlama Yetenekleri. 5. Gıda Güvenliği Kongresi, 7-8 Mayıs, İstanbul.

Ceren Akal, Nazlı Türkmen, Gökçe Eminoğlu, Hüseyin T. Güldal, Celalettin Koçak. 2014. Determination of The Milk Consumption Habits of Students of Faculty of Agriculture in Ankara University. 2nd International Congress on Food Technology, 05 To 07 November, Kuşadası, Aydın.

Şebnem Öztürkoğlu, **Ceren Akal**, Atila Yetişemiyen. 2014. Fortification of Yoghurt With Dried Nuts Rich In Bioactive Compounds. 2nd International Congress On Food Technology, 5-7 November, Kuşadası, Aydın.

C. Akal, N. Türkmen, B. Özer.2013. Impact of Microbial Transglutaminase on Aroma And Flavour Compounds of Non-Fat Yogurt. 8th NIZO DAIRY CONFERENCE. Functional Enzymes for Dairy Applications. 11-13 September. Papendal, Netherlands.

Nazlı TÜRKMEN, **Ceren AKAL**, Celalettin KOÇAK. 2013. Use of Whey in Ayran Production.European Biotechnology Congress.16-18 May 2013. Bratislava.

C. Koçak, E. Şenel, F.Sezen, **C.Akal**. 2012. Studies On The Characterization of Aroma Profile In White Cheese. 6th IDF Cheese Ripening & Technology Symposium, May 21-24, 2012. Monano Terraca, Madison, Wisconsin, USA

Akal, C., Türkmen, N. ve Yetişemiyen, A. 2014. İç Anadolu Bölgesi geleneksel peynirleri. 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 17-19 Nisan, Adana.

H. Ceren AKAL, H. Merve MANAV, Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN. Manufacturing Methods Of Whey Protein Powder,2011,International Food Congress Novel Approaches in Food Industry. Çeşme, İzmir.

Buğra Yakın, **H. Ceren Akal**, Tuğba Er, Nihat Akın ve Durmuş Sert. 2010. Geleneksel yöntemle ve hazır toz karışımlar kullanılarak üretilen bazı sütlü tatlıların fiziksel, kimyasal, duyuşsal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Van.

Nazlı TÜRKMEN, **H. Ceren AKAL**, Ebru ŞENEL. 2012. Geleneksel Bir Süt İçeceği: Yayık Ayranı. 3. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu. 10-12 Mayıs 2012. Konya.

Celalettin Koçak, **H.Ceren Akal**. 2012. Beslenme Eğilimlerindeki Değişimlerin Peynir Teknolojisine Yansımaları. Süt Endüstrisinde Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu, Denizli.

Tuba Şanlı, **Ceren Akal**, Atila Yetişemiyen. 2012. Süt Kaynaklı Biyoaktif Peptitler. Süt Endüstrisinde Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu, Denizli.

Tuba Şanlı, **H.Ceren Akal**. 2012. Fermente Süt Ürünlerinin Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler: FRAP, TEAC ve DPPH. Türkiye 11. Gıda Kongresi, Hatay.

Güliden Uslu, Filiz Yıldız, **H. Ceren Akal**, Atila Yetişemiyen. Ankara Piyasasında Satılan Kefirlerin Mikrobiyolojik, Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. 2012. Türkiye 11. Gıda Kongresi, Hatay.

Görev Aldığı Projeler

Farklı Starter Kültürler Kullanılarak Üretilen Kefirlerde Bioaktif Peptitler Üzerine Bir Araştırma. 2012-2014. Ankara Üniv. BAP

Peyniraltı Suyu Tozu ve Yağsız Süttozunun Fermente Krema Üretiminde Kullanılması Üzerine Bir Çalışma. 2011-2012. TÜBİTAK-TOVAG.

Beyaz peynirde aroma profilinin karakterizasyonu üzerine araştırmalar. 2008-2011. Ankara Üniv. BAP.

Biyoaktif bileşenlerce zengin bazı kuruyemişlerin ilavesiyle fonksiyonel yoğurt üretiminin araştırılması, 2013-2015 TÜBİTAK-TOVAG.

Rekonstitüe Peyniraltı Suyu ile Üretilen Ayranların Enzimatik Modifikasyon Yoluyla

Fiziksel Özelliklerinin Geliştirilmesi, 2015- 2017. Ankara Üniv. BAP.

Divle Obruk Peynirinin Endüstriyel Koşullarda Üretiminin Standardizasyonu, 2015- TAGEM.

Probiyotik ve Prebiyotiklerin Sinbiyotik Kullanımının İnek ve Keçi Sütünden Üretilen Kefirlerin Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. 2016- Ankara Üniv. BAP.

