

**FARKLI STABİLİZATÖR MADDE
KULLANILARAK ÜRETİLEN YOĞURTLARIN
ÇEŞİTLİ KALİTE NİTELİKLERİNİN DEPOLAMA
PERİYODU BOYUNCA İNCELENMESİ**

Emine MACİT

**Doktora Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Doç. Dr. İhsan BAKIRCI**

**2011
Her Hakkı Saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**FARKLI STABİLİZATÖR MADDE KULLANILARAK ÜRETİLEN
YOĞURTLARIN ÇEŞİTLİ KALİTE NİTELİKLERİNİN
DEPOLAMA PERİYODU BOYUNCA İNCELENMESİ**

Emine MACİT

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2011

Her Hakkı Saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

FARKLI STABİLİZATÖR MADDE KULLANILARAK ÜRETİLEN YOĞURTLARIN
ÇEŞİTLİ KALİTE NİTELİKLERİNİN DEPOLAMA PERİYODU BOYUNCA
İNCELENMESİ

Doç. Dr. İhsan BAKIRCI danışmanlığında, Emine MACİT tarafından hazırlanan bu çalışma
01/04/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora
tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu (.../...)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Salih ÖZDEMİR İmza : 

Üye : Prof. Dr. Arif DAŞTAN İmza : 

Üye : Prof. Dr. Erdoğan KÜÇÜKÖNER İmza : 

Üye : Doç Dr. İhsan BAKIRCI İmza : 

Üye : Doç. Dr. M. Murat KARAOĞLU İmza : 

Prof.Dr.Ömer AKBULUT
Yukarıdaki sonucu onaylıyorum
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No:2009/11

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Doktora Tezi

FARKLI STABİLİZATÖR MADDE KULLANILARAK ÜRETİLEN YOĞURTLARIN ÇEŞİTLİ KALİTE NİTELİKLERİNİN DEPOLAMA PERİYODU BOYUNCA İNCELENMESİ

Emine MACİT

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. İhsan BAKIRCI

Bu araştırmada, 7 farklı çeşit stabilizatör madde değişik oranlarda kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin 21 günlük depolama periyodu boyunca 1., 7., 14. ve 21. günlerde bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, duyuşsal ve mikrostrüktür özellikleri incelenmiştir. Stabilizatör madde olarak Na-kazeinat (%0,5), jelatin (%0,3), karragenan (%0,025), ksantan gam (%0,015), guar gam (%0,02), keçiyoynuzu gamı (%0,02) ve mısır nişastası (%1,25) kullanılmıştır. Yoğurt örneklerinin üretiminde kullanılan süte (inek sütü) %3 oranında yağsız süt tozu katılmış, kontrol grubu örnekler stabilizatör madde katılmadan üretilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, stabilizatör madde ilavesinin deneme yoğurt örneklerinin kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerinde önemli bir etki meydana getirmediği, depolama süresinin ise yağ, asitlik ve pH gibi kimyasal özellikler üzerinde etkili olduğu ($p < 0,01$), fiziksel özellikler üzerinde etkili olmadığı saptanmıştır. Deneme yoğurt örneklerine ait yağ oranları depolamanın 21. gününde diğer günlere oranla azalmış, asitlik değerleri depolama periyodu boyunca artmış, pH değerleri azalmıştır. Analiz edilen yoğurt örneklerinin renk değerleri, *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları üzerine stabilizatör madde çeşidi ve depolama süresinin etkili olduğu ($p < 0,01$) tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirmelere ait varyans analizi sonucunda; stabilizatör madde çeşidinin yoğurt örneklerinin koku özelliklerini etkilemediği; görünüş, kıvam, genel kabul edilebilirlik ve tat özellikleri üzerinde etkili olduğu ($p < 0,01$ ve $p < 0,05$), depolama süresinin ise duyuşsal özellikler üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir.

Yoğurt örneklerinin mikrostrüktür analizi sonucunda, kontrol grubu (A) yoğurt örneğine ait kazein misellerinin homojen ağ yapısı görünümünde olduğu, yoğurt bakterilerinin bu ağ yapının gözeneklerinde bulunduğu gözlenmiştir. Stabilizatör madde ilave edilmiş yoğurt örneklerinin mikrostrüktür özelliklerinin ise kontrol grubundan farklı olduğu bu farklılığın jelatin, ksantan gam, guar gam ve keçiyoynuzu gamı katkılı yoğurt örneklerinde daha belirgin olduğu gözlenmiştir.

2011, 113 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yoğurt, stabilizatör, gam, fiziksel ve kimyasal özellikler, mikrostrüktür.

ABSTRACT

Ph. D. THESIS

RESEARCH OF THE VARIOUS QUALITY CHARACTERISTICS OF YOGURT
PRODUCED BY USING DIFFERENT STABILIZERS DURING STORAGE PERIOD

Emine MACİT

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Advisor: Assoc. Prof. Dr. İhsan BAKIRCI

In this study, during a period of 21-day storage, some physical, chemical, microbiological, sensorial and microstructure properties of the samples of yogurt, produced by the use of seven different kinds of stabilizers in varied proportions, were studied on the 1st, 7th, 14th and the 21st days. As stabilizer, Na-caseinate (0,5%), gelatine (0,3%), carrageenan (0,025%), xanthan gum (0,015%), guar gum (0,02%), locust bean gum (0,02%) and corn starch (1,25%) were used. Skimmed milk powder proportioned as 3% was added to the milk (cow milk) which was used in the production of the samples of yogurt, and the samples from control group were produced without adding stabilizer.

According to the findings of the study, it was ascertained that the addition of the stabilizers did not have significant effect on the chemical and physical properties of all of the yogurt samples, and that the storage period was effective on chemical properties such as fat, acidity and pH ($p < 0,01$) but not on physical properties. The fat rates of the yogurt samples decreased on the 21th day of storage compared to the other days; the values of acidity increased during the storage period, and the values of pH decreased. It was ascertained that the type of stabilizer and the storage period had significant effect ($p < 0,01$) on the analysed yogurt samples' colour values and the counts of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. In the analysis of the variance pertaining to sensorial evaluations; it was found out that the stabilizers did not influence the odor of yogurt samples, but influenced their appearance, consistency and general acceptance ($p < 0,01$) and taste properties ($p < 0,05$); however, the storage period was not effective on sensorial properties.

In the microstructural analysis of the yogurt samples; it was observed that casein mycelium belonging to the control group (A) yogurt sample had the appearance of homogeneous network structure; and yogurt bacteria were in the pores of this network structure. It was also observed that microstructural properties of yogurt samples, which were added to stabilizers, differed from those of the control group; and this difference was more obvious compared to the others having gelatine, xanthan gum, guar gum and locust bean gum.

2011, 113 pages

Keywords: Yogurt, stabilizer, gum, physical and chemical properties, microstructure.

TEŞEKKÜR

Tez konumun seçiminden araştırmanın yürütülmesi, değerlendirilmesi ve yazımına kadar tüm aşamalarında bana yol gösteren, emeğini, hoşgörüsünü ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. İhsan BAKIRCI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım esnasında göstermiş olduğu idari kolaylıklardan dolayı Bölüm Başkanımız Sayın Prof. Dr. Mükerrrem KAYA'ya, laboratuvar çalışmalarım sırasında yardım ve desteklerini esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Elif DAĞDEMİR, Sayın Yrd. Doç. Dr. Filiz YANGILAR, Sayın Yrd. Doç. Dr. Zuhal OKCU, Sayın Arş. Gör. Tuba ERKAYA'ya, çalışmalarım laboratuvar imkânları sunan Sayın Prof. Dr. Halise İnci GÜL'e, çalışmalarımın istatistiksel analizlerinin yapılmasına yardım eden Sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet TOPAL'a, stabilizatör maddeleri temin etmeme yardımcı olan ORKİM Kimyevi Maddeler Tic Ltd. Şti. çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca üretim aşamasında her türlü imkanı sağlayan Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Pilot Süt Fabrikası yetkilileri ve çalışanlarına, bu projeyi maddi bakımdan destekleyen Atatürk Üniversitesi Araştırma Fonu Başkanlığı ve çalışanlarına, her türlü yardım ve desteklerinden dolayı Gıda Mühendisliği Bölümü Öğretim Elemanları ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Son olarak maddi ve manevi her türlü destekleriyle her zaman yanımda olan sevgili aileme sonsuz teşekkürler...

Emine MACİT

Nisan 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	16
3. MATERYAL ve YÖNTEM	28
3.1. Materyal	28
3.1.1. Yoğurt yapımında kullanılan çiğ süt, yoğurt starter kültürü, yağsız süt tozu ve stabilizatör maddeler	28
3.2. Yöntem	28
3.2.1. Deneme düzeni	28
3.2.2. Deneme yoğurtların üretimi	29
3.2.3. Yoğurda İşlenen Sütte Yapılan Analizler	30
3.2.4. Deneme yoğurtlarda yapılan kimyasal, fiziksel analizler ve renk analizleri ..	31
3.2.4.a. Toplam kurumadde oranı	31
3.2.4.b. Yağ oranı.....	31
3.2.4.c. Kül oranı.....	31
3.2.4.d. Protein oranı	32
3.2.4.e. Titrasyon asitliği	32
3.2.4.f. pH Değeri.....	32
3.2.4.g. Viskozite değeri.....	33
3.2.4.h. Serum ayrılması.....	33
3.2.4.i. Su Tutma kapasitesi (STK)	33
3.2.4.j. Renk	33
3.2.5. Mikrobiyolojik analizler	34
3.2.5.a. <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> sayımı	34

3.2.5.b. <i>Lactobacillus delbrucckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayımı.....	34
3.2.6. Duyusal analizler	34
3.2.7. Mikrostrüktür analizi	35
3.2.8. İstatistiksel analizler	35
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	37
4.1. Deneme Yoğurt Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları.....	37
4.1.1. Kurumadde Oranı	38
4.1.2. Yağ oranı.....	40
4.1.3. Kül oranı	42
4.1.4. Protein oranı.....	44
4.1.5. Titrasyon asitliği.....	46
4.1.6. pH Değeri.....	49
4.2. Deneme Yoğurt Örneklerinin Fiziksel Özelliklerine ve Renk Değerlerine Ait Analiz Sonuçları.....	52
4.2.1. Viskozite değeri.....	53
4.2.2. Serum ayrılması.....	55
4.2.3. Su tutma kapasitesi (STK)	58
4.2.4. Renk değerleri	60
4.2.4.a. L Renk değeri	60
4.2.4.b. a Renk değeri.....	63
4.2.4.c. b Renk değeri.....	65
4.3. Deneme Yoğurt Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	66
4.3.1. <i>Streptococcus thermophilus</i> sayısı	67
4.3.2. <i>Lactobacillus delbrucckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayısı.....	70
4.4. Deneme Yoğurt Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları.....	72
4.4.1. Koku	73
4.4.2. Görünüş.....	75
4.4.3. Kıvam.....	77
4.4.4. Tat.....	79
4.4.5. Genel kabul edilebilirlik	80
4.5. Deneme Yoğurt Örneklerinin Mikrostrüktür Analizi Sonuçları.....	82
4.5.1. A Örneğine ait SEM görüntüleri	82

4.5.2. B Örneğine ait SEM görüntüleri	84
4.5.3. C Örneğine ait SEM görüntüleri	87
4.5.4. D Örneğine ait SEM görüntüleri	89
4.5.5. E Örneğine ait SEM görüntüleri.....	91
4.5.6. G Örneğine ait SEM görüntüleri	94
4.5.7. K Örneğine ait SEM görüntüleri	96
4.5.8. M Örneğine ait SEM görüntüleri.....	99
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	101
KAYNAKLAR.....	107
ÖZGEÇMİŞ.....	114

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

~	Yaklaşık
cp	Centipoise
mg	Miligram
ml	Mililitre
N	Normal
°	Derece
ι	Iota
κ	Kappa
λ	Lamda

Kısaltmalar

CMC	Karboksimetil selüloz
FAO	Food and Agriculture Organization
KM	Kurumadde
LB	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>
LBG	Locust Bean Gum (Keçiboynuzu Gamu)
PAS	Peyniraltı suyu
SEM	Scanning Electron Microscope
ST	<i>Streptococcus thermophilus</i>
subsp.	Subspecies
TPA	Tekstür Profili Analizi
TS	Türk Standartları
STK	Su Tutma Kapasitesi
WHO	World Health Organization

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Deneme yoğurtların üretim şeması	30
Şekil 4.1. Deneme yoğurt örneklerine ait kurumadde oranlarının depolama süresi boyunca değişimi	39
Şekil 4.2. Deneme yoğurt örneklerine ait yağ oranlarının depolama süresi boyunca değişimi	41
Şekil 4.3. Deneme yoğurt örneklerine ait kül oranlarının depolama süresi boyunca değişimi	44
Şekil 4.4. Deneme yoğurt örneklerine ait protein oranlarının depolama süresi boyunca değişimi	46
Şekil 4.5. Deneme yoğurt örneklerine ait %titrasyon asitliği oranlarının depolama süresi boyunca değişimi.....	48
Şekil 4.6. Deneme yoğurt örneklerine ait pH oranlarının depolama süresi boyunca değişimi	51
Şekil 4.7. Deneme yoğurt örneklerine ait viskozite değerlerinin depolama süresi boyunca değişimi	54
Şekil 4.8. Deneme yoğurt örneklerine ait serum ayrılması değerlerinin depolama süresi boyunca değişimi.....	57
Şekil 4.9. Deneme yoğurt örneklerine ait STK değerlerinin depolama süresi boyunca değişimi	60
Şekil 4.10. Deneme yoğurt örneklerine ait L renk değerlerinin depolama süresi boyunca değişimi	62
Şekil 4.11. Deneme yoğurt örneklerine ait a renk değerlerinin depolama süresi boyunca değişimi	64
Şekil 4.12. Deneme yoğurt örneklerine ait b renk değerlerinin depolama süresi boyunca değişimi	65
Şekil 4.13. Deneme yoğurt örneklerine ait <i>Streptococcus thermophilus</i> sayılarının depolama süresi boyunca değişimi.....	69
Şekil 4.14. Deneme yoğurt örneklerine ait <i>Lactobacillus delbrucckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayılarının depolama süresi boyunca değişimi	71

Şekil 4.15. Deneme yoğurt örneklerine ait koku puanlarının depolama süresi boyunca değişimi	73
Şekil 4.16. Deneme yoğurt örneklerine ait görünüş puanlarının depolama süresi boyunca değişimi	76
Şekil 4.17. Deneme yoğurt örneklerine ait kıvam puanlarının depolama süresi boyunca değişimi	78
Şekil 4.18. Deneme yoğurt örneklerine ait tat puanlarının depolama süresi boyunca değişimi	79
Şekil 4.19. Deneme yoğurt örneklerine ait genel kabul edilebilirlik puanlarının depolama süresi boyunca değişimi.....	81
Şekil 4.20. A örneğine ait SEM görüntüleri (A-B-C).....	83
Şekil 4.21. B örneğine ait SEM görüntüleri (A-B-C).....	86
Şekil 4.22. C örneğine ait SEM görüntüleri (A-B-C).....	88
Şekil 4.23. D örneğine ait SEM görüntüleri (A-B-C).....	90
Şekil 4.24. E örneğine ait SEM görüntüleri (A-B-C).....	93
Şekil 4.25. G örneğine ait SEM görüntüleri (A-B-C).....	96
Şekil 4.26. K örneğine ait SEM görüntüleri (A-B-C).....	98
Şekil 4.27. M örneğine ait SEM görüntüleri (A-B-C).....	100

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Yoğurt üretiminde kullanılabilen stabilizatör maddelerin sınıflandırılması ve fonksiyonları.....	8
Çizelge 3.1. Denemede kullanılan sütün bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	28
Çizelge 3.2. Deneme yoğurtlara ilave edilen yağsız süt tozu, stabilizatör madde ve oranları.....	29
Çizelge 3.3. Duyusal değerlendirmelerde kullanılan puan cetveli	35
Çizelge 4.1. Deneme yoğurt örneklerinin kimyasal özelliklerine ait varyans analizi sonuçları	37
Çizelge 4.2. Deneme yoğurt örneklerinin kimyasal özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	37
Çizelge 4.3. Deneme yoğurt örneklerine ait kurumadde oranları	38
Çizelge 4.4. Deneme yoğurt örneklerine ait yağ oranları	40
Çizelge 4.5. Deneme yoğurt örneklerine ait kül oranları	43
Çizelge 4.6. Deneme yoğurt örneklerine ait protein oranları	45
Çizelge 4.7. Deneme yoğurt örneklerine ait titrasyon asitliği oranları	47
Çizelge 4.8. Deneme yoğurt örneklerine ait pH değerleri	50
Çizelge 4.9. Deneme yoğurt örneklerinin fiziksel özelliklerine ve renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları	52
Çizelge 4.10. Deneme yoğurt örneklerinin fiziksel özelliklerine ve renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	52
Çizelge 4.11. Deneme yoğurt örneklerine ait viskozite değerleri	53
Çizelge 4.12. Deneme yoğurt örneklerine ait serum ayrılması değerleri	55
Çizelge 4.13. Deneme yoğurt örneklerine ait STK oranları	59
Çizelge 4.14. Deneme yoğurt örneklerine ait renk değerleri	61
Çizelge 4.15. Deneme yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik özelliklerine ait varyans analizi sonuçları	66
Çizelge 4.16. Deneme yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	67
Çizelge 4.17. Deneme yoğurt örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları	68

Çizelge 4.18. Deneme yoğurt örneklerinin duysal özelliklerine ait varyans analiz sonuçları	72
Çizelge 4.19. Deneme yoğurt örneklerinin duysal özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	72
Çizelge 4.20. Deneme yoğurt örneklerine ait duysal analiz sonuçları	74

1. GİRİŞ

Günlük yaşantımızda ve beslenme kültürümüzde önemli bir yere sahip olan yoğurt temelde aynı olmakla birlikte çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. TS 1330 yoğurt standardına göre yoğurt, “inek sütü, koyun sütü, manda sütü, keçi sütü veya karışımlarının pastörize edilmesi veya pastörize sütün, gerektiğinde süt tozu ilavesiyle homojenize edilip veya edilmeden yoğurt kültürünün ilave edilmesi ve uygun işlemlerden sonra elde edilen mamül” olarak tanımlanmıştır (Anonim 2006). FAO/WHO tarafından ise “laktik asit fermentasyonu sonucu sağlanan koagüle süt ürünüdür” şeklinde tanımlanmıştır (Trachoo 2002; Akın 2006).

Yoğurt ve benzeri fermente süt ürünlerinin üretiminin ilk kez ne zaman, nerede ve kimler tarafından gerçekleştirildiği henüz tam olarak aydınlatılamamıştır. Yoğurdun kökenine ilişkin birden fazla görüş olmasına rağmen günümüzde yaygın olan düşünceye göre, yoğurt bir Türk buluşudur (Özdemir 1994; Kurt 1996; Çakıroğlu 2003; Özden 2008-a). Bu ürünün çok eski çağlardan beri Orta Asya kavimleri ile İskitlerin temel tüketim maddeleri arasında yer aldığı ve Kafkaslarda Ural dağı etekleri ile Karadeniz ve Hazar Denizi arasında kalan bölgede göçebe Türkler tarafından tüketildiği bilinmektedir. Türk egemenliği ve kültürü altında yaşayan bölgelerden göç yolları ile önce Balkanlar ve Ortadoğu’ya, oradan da Avrupa’ya yayılmıştır (Özer 2006; Anonim 2008). Yoğurt üretiminin Avrupa’nın ardından Amerika kıtasına geçişi ise birkaç yüzyıl sonrasına rastlamaktadır (Kurt 1995).

Yoğurt, kimyasal bileşimi bakımından süte benzemekte ancak üretimi sırasında süte uygulanan işlemlerden, katılan maddelerden ve fermentasyon sırasında meydana gelen değişimlerden kaynaklanan farklılıklar göstermektedir.

Yoğurt üretimi sırasında, sütün kurumadde oranının artırılması, yoğurdun besin değerinin de artmasını sağlamaktadır (Türkoğlu vd 2003). Yoğurt önemli bir protein, kalsiyum, fosfor, riboflavin (vitamin B2), tiamin (vitamin B1), vitamin B12 ve folik

asit, niasin mağnezyum ve çinko kaynağıdır (Buttriss 1997; Mckinley 2005; Anonim 2008).

Süt proteinlerinin sindirilebilirliği çok yüksek olup, fermantasyon esnasında yoğurt bakterilerinin proteinleri parçalaması, yoğurt proteinlerinin daha kolay sindirilmesini sağlamaktadır (Renner ve Saldamlı 1983; Oysun 1990). Yoğurt proteinlerinin sindirilmesini kolaylaştıran diğer bir etken ise süte uygulanan ısıl işlemdir. Isıl işlemle daha yumuşak bir pıtı oluşmakta ve yoğurt tüketildikten sonra enzimlerin gastrointestinal bölgede pıhtıya daha kolay etki etmeleri sağlanmaktadır (Çağlar ve Çakmakçı 1995; Chandan *et al.* 2006).

Süt yağı iyi bir enerji kaynağı olup yoğurt yapımı esnasında süte uygulanan homojenizasyon işlemi, yağ globullerinin parçalanmasını ve daha kolay sindirilmesini sağlamaktadır (Metin 1996).

Sütün en önemli bileşenlerinden bir diğeri olan laktoz, sütün başlıca karbonhidratı olup doğada sadece sütte bulunmaktadır. Laktoz beslenme fizyolojisi bakımından şekerlerden farklı birçok üstünlüğe sahiptir. Yapısındaki galaktoz beyin dokusunda bulunan glikolipidlerin kaynağını oluşturmaktadır (Metin 1996; Yaygın 2002). Ayrıca laktoz, süt ve ürünlerinde mevcut olan kalsiyum ve fosforun emilim düzeyini arttırarak bunların daha iyi kullanılmasını sağlamaktadır (Renner ve Saldamlı 1983; Oysun 1990; Çağlar ve Çakmakçı 1995; Baysal 2002; Çakıroğlu 2003; Türkoğlu vd 2003). Yoğurtta bulunan laktoz, laktoz intoleransı olan kişilerce aynı miktarda sütte bulunan laktoza oranla daha kolay sindirilebilmektedir (Buttriss 1997; Mckinley 2005; Özer 2006; Özden 2009).

Yoğurt tedavi amacıyla gastrolojik, intestinal, karaciğer ve safra bozukluklarının tedavisinde ayrıca antibiyotik ve radyasyon terapilerinin yan etkilerini gidermek için kullanılmaktadır. Araştırmacılar ince yoğurt pıhtısının iltihaplaşmış mide mukozasını ve ülserli midedeki yaraları örtmek suretiyle koruyucu etki yaptığını belirtmektedir. Yoğurdun intestinal floraya etkisi asiditenin bakterilere olan etkisi şeklinde

açıklanabilmektedir. Diyare için yağsız yoğurt, kronik konstipasyon için ise yağ oranı yüksek olan yoğurt tüketilmesi, ayrıca kolitis ve intestinal intoksikasyonda yoğurt önerilmektedir. Diyabetik diyetin yağsız veya kısmen yağı alınmış süttten elde edilen yoğurtla yapılması gerekmektedir. Yoğurt ayrıca deri yaralarında ve ekzemada, oral enfeksiyonlarda, deri kanserinde, büyük ülserlerin tedavisinde güzelleştirici kozmetik olarak uygulama alanı bulmaktadır (Sandıkçı 2004).

Yoğurt üretimi başlıca; süttün seçimi, klarifikasyon, standardizasyon, homojenizasyon, ısıl işlem, soğutma, kültür ilavesi, inkübasyon, soğutma ve depolama aşamalarını kapsamakta ve süttün seçiminden başlayarak, çeşitli üretim teknikleri ve üretim aşamaları yoğurt kalitesi üzerinde etkili olmaktadır.

Yoğurt üretiminde değişik tür memelilerden elde edilen süttler kullanılmaktadır. Ancak endüstriyel boyuttaki üretimlerde daha çok inek süttü tercih edilmektedir (Tamime and Robinson 2007; Anonim 2008). Hangi çeşit sütt kullanılırsa kullanılsın iyi kalitede yoğurt elde etmek için en önemli unsurlardan bir tanesi hammaddenin kaliteli olmasıdır (Koçak 1995; Uysal vd 1995). Bu nedenle yoğurda işlenecek süttün asitliğinin fazla gelişmemiş olması, temiz olması, sağlıklı hayvandan elde edilmiş olması, mikrobiyolojik kalitesinin iyi olması, tat ve kokusunun normal olması, antibiyotik, nötralizan madde, deterjan kalıntıları, bakteriyofaj vb. içermemesi, bileşiminin normal olması gerekmektedir (Özer 2006). Ayrıca Türk Gıda Kodeksi Fermente Süttler Tebliği'nde fermente sütt yapılacak süttün, Çiğ Sütt ve Isı İşlemi Görmüş İçme Süttleri Tebliği'nde belirtilen şartlara uygun olması gerektiği belirtilmektedir (Anonim 2001).

Yeni sağılmış sütt; epitel hücreleri, akyuvarlar gibi ineğin memesinden orijin alan hücresel maddelerle sütte sonradan bulaşan saman, yaprak, kıl, tohum, toprak gibi kirlilik unsurları ihtiva edebilir (Tamime and Robinson 2007). Küçük çaplı bu yabancı maddelerin ortamdaki uzaklaştırılması için klarifikatörler kullanılmaktadır (Akın 2006). Klarifikasyon işleminde merkezkaç kuvvetinin etkisiyle yoğunluğu sütte göre daha fazla olan katı partiküllerin uzaklaştırılması sağlanmaktadır (Metin 1996).

Aynı kalitede yoğurt elde edebilmek için sütün bileşimi özellikle kurumadde ve yağ oranları standardize edilmelidir (Anonim 2008). Sütün yağsız kurumadde oranını standardize etmek için uzun süre kaynatma, süt tozu katımı, yayıkaltı tozu katımı, peyniraltı suyu tozu ya da konsantresi katımı, serum proteini tozu ya da serum proteini konsantresi katımı, kazeinat katımı, evaporasyon ayrıca ultrafiltrasyon ve ters ozmoz gibi membran teknikleri uygulanabilmektedir (Yaygın 1999; Özer 2006; Lee and Lucey 2010). Kaliteli bir yoğurt üretimi için sütün yağsız kurumadde oranının yüksek olması gerekir. Gıda maddeleri tüzüğü ve TS 1330 (Yoğurt Standardı)'da yoğurtta bulunması gerekli yağsız kurumadde miktarı belirlenmiş ve 100g yoğurtta 12 gramdan az olmaması hükme bağlanmıştır (Öztek 1995).

Sütün yağ oranını standardize etmek için ise süttten yağ çekilmesi, normal süte yağsız süt ilave edilmesi, yağsız süt veya tam yağlı süte krema ilave edilmesi veya bu işlemlerin kombine olarak uygulanması şeklinde sıralanabilir (Tamime and Robinson 2007).

Gıda maddeleri tüzüğünde yoğurtlar yağ yönünden yağlı (en az %3,0 süt yağı içeren yoğurtlar), yarım yağlı (en az %1,5 süt yağı içeren yoğurtlar) ve yağsız (%1,5'ten az süt yağı içeren yoğurtlar) olmak üzere 3'e ayrılırken; TS 1330 Yoğurt Standardı'nda tam yağlı (en az %3,8 süt yağı içeren yoğurtlar), yağlı (en az %3,0 süt yağı içeren yoğurtlar), yarım yağlı (en az %1,5 süt yağı içeren yoğurtlar) ve yağsız (yavan) (%1,5'ten az süt yağı içeren yoğurtlar) olmak üzere 4 tipe ayrılmıştır (Öztek 1995).

Süt yağının yoğunluğu yağsız süt fazının yoğunluğundan düşük olduğundan yağ globullerinin zaman içerisinde sütün yüzeyinde birikmesi söz konusu olmaktadır (Anonim 2008). Bu nedenle yoğurt üretiminde kullanılacak olan süt, yoğurt yüzeyinde ve fermantasyon esnasında fermantasyon tankının kenarlarında kaymak tabakası oluşmasını önlemek için homojenize edilmektedir (Özer 2006). Homojenizasyon işlemi ile büyük yağ globülleri parçalanmakta ve süt içerisinde homojen dağılımları sağlanmaktadır (Metin 1996). Homojenizasyon işleminin yoğurdun reolojik özellikleri üzerine de olumlu etkileri vardır. Homojenizasyondan sonra parçalanmış yağ

globullerinin etrafında orijinal membran maddelerine ilaveten farklı protein parçacıklarını kapsayan yeni bir membran oluşmakta ve bu protein parçacıkları hidrofilik ve lipofilik özellikleri nedeniyle yağ ve süt serumunu birbirine bağlayan köprü görevi yapmaktadırlar. Bunun sonucunda yoğurdun pıhtı sıkılığı artmakta ve serum ayrılması azalmaktadır (Yaygın 1999; Lee and Lucey 2010).

Homojenizasyon işlemi süt yağı sıvı durumda olduğu zaman daha etkili olduğundan homojenize edilecek süt ön ısıtmaya tabi tutulmaktadır (Chandan *et al.* 2006).

Yoğurdun çeşitli özellikleri üzerine etkili en önemli aşamalardan biri de ısıl işlemdir. Isıl işlem ile ortamda bulunan patojen bakterilerin tamamı ve genel olarak vejetatif formdaki mikroorganizmaların çoğu inaktive olmaktadır (Anonim 2008). İlaveten ısıya dirençli enzimler hariç doğal olarak bulunan enzimlerde inaktive olmaktadır. Böylece ısıl işlem ürünü sağlık açısından güvenilir hale getirdiği kadar ürünün raf ömrünü de uzatmaktadır (Konar 1995; Yaygın 1999; Akın 2006; Chandan *et al.* 2006; Tamime and Robinson 2007).

Isıl işlemle proteinlerde meydana gelen değişiklikler yoğurdun viskozitesi üzerinde önemli etkiye sahiptir. Bu bakımdan en iyi sonuçlar 90-95°C'de 5-10 dakikalık ısıl işlemle elde edilmiştir. Bu ısıl işlem normlarında peyniraltı suyu proteinleri %70- 95 oranında denature olarak proteinlerin su absorpsiyon kapasitesi artmakta buna bağlı olarak sinerezis azalmakta ve viskozite artmaktadır (Özdemir 1994; Spreer 1998; Trachoo 2002; Smit 2003; Chandan *et al.* 2006).

Yoğurt üretiminde, ısıl işlem görmüş süt, 40-45°C'ye kadar soğutulup belli oranda starter kültür katılarak inkübasyona tabii tutulmaktadır (Tamime and Robinson 2007). Yoğurt starter kültürleri *Streptococcus thermophilus* (ST) ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (LB)'tan oluşmaktadır (Leroy and Vuyst 2004). Yoğurt kültürlerinde *Streptococcus thermophilus*'un *Lactobacillus bulgaricus*'a oranı 1:1 veya 2:3'tür (Spreer 1998). Kültür 40-45°C'deki süte %2-3 oranında katılmaktadır (Chandan *et al.* 2006; Anonim 2008).

İnkübasyon, mayalanan sütün yoğurt haline gelinceye kadar belirli bir sıcaklık derecesinde bekletilmesidir. İnkübasyon normları genellikle 42-44°C'de 2,5-3 saat kadardır (Yaygın 1999). Bu normlar içerisinde kok ve basil sayıları bir denge içerisinde (Tamime and Robinson 2007). İnkübasyon sıcaklığının yüksek olması LB'nin aşırı çoğalarak yoğurtların ekşi olmasına, düşük olması ST'nin aşırı gelişerek atipik yoğurt oluşumuna neden olur (Kurt 1996; Sandıkçı 2004).

İnkübasyonun ilk aşamalarında ST daha hızlı gelişir. pH 5'e düştükten sonra ST'nin gelişmesi yavaşlarken LB hızla çoğalmaya başlar. Dolayısıyla inkübasyonun ilk aşamalarındaki asit üretiminden ST, daha sonraki asit üretiminden LB sorumludur (Chandan *et al.* 2006).

Starter kültürde yer alan laktobasiller ile streptokoklar arasındaki dengenin iyi kurulması durumunda taze sütün pH değeri 42-45°C'de 3-3,5 saat içerisinde 6,7'den 4,6'ya düşmektedir (Lee and Lucey 2010). Yoğurdun su tutma ve hidrasyon kapasitesi pH 4,2-4,6 aralığında optimum olduğundan, yoğurt üretiminde inkübasyona pH 4,5-4,6 dolayında son verilmektedir (Özer 2006).

Yoğurt yapımında, pıhtının soğutulması işlemi ürünün asitliği istenilen seviyeye düştükten sonra başlatılmakta ve pıhtı sıcaklığı 30-45°C'den 10°C'nin altına düşürülmektedir (Akın 2006). Böylece starter kültür bakterilerinin ve onların enzimlerinin metabolik aktiviteleri sınırlandırılmakta ve ürünün son asitliği kontrol altında tutulabilmektedir (Tamime and Robinson 2007). İnkübasyondan sonra ilk 24-48 saat soğukta muhafaza edilen yoğurtta pıhtının fiziksel ve duyuşsal özellikleri iyileşmektedir.

TS 1330'a göre yoğurt; temiz, parlak, sütün renginde, serum ayrılması olmamış, çatlak ve gaz kabarcığı bulunmayan, homojen görünüşte, kaşıkla alınan kesitte dolgun kıvamda, düzgün yapıda, homojen, karıştırıldıktan sonra koyu bir akıcılıkta, serumu hemen ayrılmayan, dille damak arasında kolay dağılmayan kıvamda, kendine has hoş kokuda ve kendine has hafif ekşimsi tadı olmalıdır (Anonim 2006).

Tüketici beğenirliği açısından yoğurdun tekstürel özellikleri tat ve aroması kadar önemli olup yoğurt ve benzeri süt ürünlerinde konsistens ve viskoziteyi iyileştirmek, serum ayrılmasını azaltmak amacıyla çeşitli stabilizatör maddeler kullanılabilir (Sezgin 1981; Lee and Lucey 2010). Özellikle yoğurt üretimi, sütün kurumadde oranı artırılmadan yapılırsa aroması zayıf, pıhtı sıklığı az ve sinerezise meyilli olmaktadır. Yapı ve kıvam kusurlarını önlemek ve arzu edilen tekstürel özellikleri geliştirmek amacıyla meyveli yoğurtlar başta olmak üzere yoğurt üretiminde kullanılacak olan süte çeşitli stabilizatör maddeler katılabilir (Kroger 1975; Labropoulos *et al.* 1983; Lal *et al.* 2006). Ayrıca yoğurt üretiminde soğutma işleminden sonra asitlik artışı yavaş bir şekilde devam ettiğinden dolayı bu asitlik artışını azaltmak hatta durdurmak için stirred tipi yoğurtlarda zaman zaman pastörizasyon işlemi uygulanmakta olup pastörizasyon esnasında ürünün homojen yapısının bozulmasını önlemek için de pektinler, modifiye nişastalar ve jelatin gibi stabilizatör maddeler kullanılmaktadır (Waltstra 2006; Özden 2008-b).

Stabilizatörler, bitkisel ve hayvansal kaynaklı hidrokolloidler olup, jelleştirici, kıvam artırıcı ve stabilize edici işlevlerini serbest suyu hidrasyon suyu olarak bağlayarak veya süt bileşenleri ile (özellikle proteinlerle) reaksiyona girip onların hidrasyon derecelerini artırarak gerçekleştirmektedirler (Sezgin, 1981). Bazı stabilizatör molekülleri de süt bileşenleri ile kendi fonksiyonel grupları arasında bağlantı kurarak suyun serbest hareketini engelleyen jel ağının oluşumuna katkıda bulunmaktadırlar. Böylece sütün kurumadde oranına göre daha sıkı bir jel ve sinerezise karşı bir direnç oluşturabilmektedirler (Doğan vd 1996; Atasever 2004; Lal *et al.* 2006; Tamime and Robinson 2007).

Yoğurt üretiminde kullanılan stabilizatör maddeler genellikle süte ilave edilmektedir. Birçok ülkede bu konuda yasal düzenlemeler getirilmiştir. FAO/WHO izin verilen konsantrasyonlarıyla beraber yoğurt üretiminde kullanılabilecek bileşenlerin bir listesini hazırlamıştır. FAO/WHO tarafından kullanımına izin verilen bazı stabilizatör maddeler Çizelge 1.1'de gösterilmiştir.

Çizelge1.1. Yoğurt üretiminde kullanılabilen stabilizatör maddelerin sınıflandırılması ve fonksiyonları

Doğal	Modifiye	Sentetik^a
Bitkisel	Selüloz türevleri (1) ^b	Polimerler
Bitki salgıları	Karboksimetilselüloz	Polivinil türevleri
Arap sakızı (1,3) ^b	Metilselüloz	Poliyeten türevleri
Taragant sakızı (1) ^b	Hidroksimetilselüloz	
Karaya zamkı ^b	Hidroksipropilmetilselüloz	
Bitki ekstraktları	Mikrokristalinselüloz	
Pektinler (2,3) ^b	Mikrobiyal fermantasyon ürünleri	
Tohum unu	Dekstran	
Keçiboynuzu (1) ^b	Ksantan (1,3) ^b	
Guar gamı (1) ^b	Karışık türevler ^b	
Deniz yosunları	Düşük metoksil pektin	
Ekstaraktlar	Propilen glikol aljinat	
Agar (2,3) ^b	Prejelatinize nişastalar	
Aljinatlar (1,2,3) ^b	Modifiye nişastalar	
Karragenanlar (2,3) ^b	Karboksimetil nişasta	
Furcelleran (1,2,3) ^b	Hidroksietil nişasta	
Tahıl nişastaları (1,2,3)	Hidroksipropil nişasta	
Buğday		
Mısır		
Hayvansal		
Jelatin ^b		
Kazein		
Sebze kaynaklı		
Soya proteini		

^a Yoğurtta uygulamaları sınırlı

^b FAO/WHO tarafından izin verilen stabilizatörler. Pektin, jelatin ve nişasta türevleri hariç bunların izin verilen düzeyleri (tek tek veya kombinasyonlar halinde) 5g/kg'dır. Pektin, jelatin ve nişasta türevleri için bu değer 10g/kg'dır.

Hidrokolloidlerin fonksiyonları ise parantezler içerisinde gösterilmiştir.

(1) Koyulaştırıcı; (2) Jelleştirici; (3) Stabilizatör (Tamime and Robinson 2007).

Yoğurt üretiminde karışık stabilizatörlerin kullanılması daha yaygındır. Piyasada satılan ticari stabilizatörlerin çoğu karışık olarak hazırlanmıştır. Bu stabilizatörlerin karışık olarak hazırlanmasının amacı, spesifik fonksiyon sağlamak veya tek tek sınırlı fonksiyonlara sahip stabilizatörleri karıştırarak sınırlı fonksiyonu geliştirmektir (Sezgin 1981). Stabilizatör seçiminde birçok faktör etkilidir. Bunlar; stabilizatörlerin fonksiyonel özellikleri, kullanılacak optimum konsantrasyon, toksik ve inhibitör etki,

kanuni düzenlemeler, çözünürlüğü, kullanılacağı proses şartları, katılma karakteristikleri ve hijyen standartlarıdır (Akın 2006; Tamime and Robinson 2007).

Yoğurt üretiminde kullanılan stabilizatör maddeler çok çeşitli kaynaklardan temin edilmekte olup farklı yapısal ve fonksiyonel özelliklere sahiptirler.

Arap zankı, tragant zankı, karaya zankı gibi bazı polisakkaritler ağaç sıvılarından elde edilmekte ve arap zankı, çoğunlukla meşrubatlarda emülsifier olarak kullanılmaktadır (Sezgin 1981; Dickinson 2003; McClements 2005). Tragant zankı ise gıdalarda yüksek viskozite oluşturmak için kullanılır ve emülsiyon yapısını stabilize edici özellikte olduğu rapor edilmiştir. Tragant zankının ise asit ortamlarda iyi bir stabilizeye sahip olması düşük pH'lı ürünlerde kullanımına olanak sağlamaktadır (McClements 2005).

Pektinler, yüksek bitkilerin intraselüler bölgelerinde ve hücre duvarlarında bulunan doğal hidrokolloidlerdir. Gıda endüstrisinde kullanılan ticari pektinlerin çoğu elma ve narenciye posasından elde edilmekte ve ticari olarak daha çok pektin, potasyum pektinat, sodyum pektinat, ve amidat pektin formlarında satılmaktadır (Borgeson *et al.* 2002; Burey *et al.* 2008). Pektinler metoksilasyon derecesine bağlı olarak yüksek metoksilli (HM) ve düşük metoksilli (LM) pektinler olarak sınıflandırılmaktadırlar. HM pektinler yüksek şeker konsantrasyonlarında ve asidik ortamlarda jel yapısı oluştururken, LM pektinler negatif yüklü pektin molekülleri ile pozitif yüklü kalsiyum iyonlarının etkileşimine bağlı olarak ancak kalsiyum iyonlarının mevcudiyetinde jel oluşturmaktadırlar (Dickinson 2003). Pektinler suda çözünürler, ancak kullanılmadan önce ılık suda çözündürülmeleri faydalı olmaktadır. Pektin çözeltilerinin viskozitesi kullanılan pektinin çeşidi ve konsantrasyonu, pH, iyonik kuvvet, sıcaklık gibi ortam şartlarına bağlı olarak değişmektedir (McClements 2005).

LBG, guar gam, tara gam gibi tekstür oluşturan polisakkaritlerin birçoğu çalı, ağaç ve bitki tohumlarından ekstrakte edilmekte ve galaktomannanlar olarak adlandırılmaktadırlar (Doğan vd 1996; McClements 2005; Kawamura 2008-a). Bu polisakkaritlerde ana zincir mannoz ve yan zincir galaktoz ünitelerinden oluşmaktadır

(Dickinson 2003). Farklı kaynaklardan elde edilen galaktomannanlar arasındaki en önemli farklılıklardan biri, molekülde galaktoz ve mannozun birbirlerine oranlarıdır. Galaktoz içeriğindeki varyasyonlar galaktomannanların çözünürlük ve kıvam oluşturma gibi farklı fonksiyonel özelliklere sahip olmalarına yol açmaktadır (McClements 2005). Örneğin guar gam soğuk suda çözünebilirken LBG ve tara gamın çözünmesi için sıcak suya ihtiyaç vardır (Doğan vd 1996; Borgeson *et al.* 2002; Kawamura 2008-a; Kawamura 2008-b).

Galaktomannanlar sulu çözeltilerde bireysel moleküller halinde bulunma eğilimindedirler. Çünkü birbirine yakın moleküllerin birbirleriyle birleşmeleri galaktoz üniteleri tarafından inhibe edilmektedir (McClements 2005). Bundan dolayı galaktomannanlar jelleştirici olmaktan daha çok koyulaştırıcı olarak kullanılmaktadırlar (Doğan vd 1996). İyonik polisakkaritler olmadıklarından dolayı reolojik özellikleri üzerinde pH ve iyonik kuvvetin önemli bir etkisi yoktur (McClements 2005). Bunların fonksiyonel özellikleri ksantan gam ve karragenan gibi diğer polisakkaritlerle kombinasyonlar halinde kullanılarak zenginleştirilebilmektedir (Sezgin 1981; McClements 2005).

LBG ticari olarak anyonik, katyonik ve hidroksialkil türevleri şeklinde üretilmektedir. Soğuk suda şişer, ancak maksimum çözünürlük elde etmek için ısıtmak gerekmektedir. Süt ürünlerinde sinerezisi önlemek için kullanılır. Guar gam su içerisinde yüksek çözünürlüğe sahiptir, ancak çözeltilerinin vizkozitesi düşüktür. Renksiz, kokusuz ve tatsız olup katkı maddesi olarak avantajı, toksik olmamasıdır. Süt ürünlerinde stabilizatör olarak kullanılmaktadır (Borgeson *et al.* 2002).

Agarlar, kırmızı deniz yosunlarının bazı türlerinden elde edilen doğal hidrokolloidlerin bir grubudur (Doğan vd 1996; Borgeson *et al.* 2002). Agarlar kabaca agaroz ve agaropektin olmak üzere iki fraksiyona ayrılmaktadır. Agaroz iyonize olmayan bir polisakkarittir ve jel yapısını oluşturur. Agaropektin ise negatif yüklü bir polisakkarittir ve jel oluşturmaz (Glicksman 1987). Ticari olarak satılan agarlar iyonize olabilen ve olamayan grupların mevcudiyetine ve oranına göre geniş bir çeşitliliğe sahiptir.

Agarların çözünmesi için su ile ısıtmak gerekmektedir. Erime sıcaklıkları 85-95°C civarında olup 30-40°C'ye soğutulduklarında jel oluştururlar. Jelleşme mekanizması, agar moleküllerinin büyük bir kısmının soğutma ile random yapıdan heliks bir yapıya dönüşmesine bağlanmaktadır. Jel oluşumunda, heliks yapılar üç boyutlu bir ağ oluşturarak su moleküllerini ağ içerisinde tutarlar (McClements 2005). Agarlar %0,5'ten yüksek konsantrasyonlarda sert ve kırılğan yapıda bir jel oluştururlar. %0,04 gibi oldukça düşük konsantrasyonlarda da jel oluşturabilmektedirler (Glicksman 1987).

Aljinatlar, genellikle kahverengi deniz yosunlarının bazı türlerinden ekstrakte edilen doğal hidrokolloidlerdir (Sezgin 1981; Doğan vd 1996; Borgeson *et al.* 2002). Ticari olarak, aljinik asidin sodyum, potasyum, amonyum, amonyum-kalsiyum, sodyum-kalsiyum tuzları veya propilen glikol aljinat şeklinde üretilmektedirler (Glicksman 1987). Aljinatlar gıda endüstrisinde kalınlaştırıcı, jelleştirici ve stabilizatör olarak geniş bir kullanım alanına sahip olup özellikle tekstür oluşturma özelliklerinden dolayı tercih edilmektedirler (McClements 2005). Ayrıca polisakkaritler, proteinler, yağlar gibi diğer gıda bileşenleriyle interaksiyona girerek ilave katkılar oluşturabilirler (Burey *et al.* 2008). Ancak gıda maddelerinde kullanılırken yeterli bir dispersiyon derecesine ve çözünürlüğe sahip olmalarına dikkat edilmelidir (McClements 2005).

Karragenanlar, bazı kırmızı deniz yosunu türlerinden ekstrakte edilen doğal hidrokolloidlerdir (Penna *et al.* 2003). Kimyasal yapılarına göre κ (kapa), λ (lamda) ve ι (iota) olmak üzere 3 çeşit karragenan vardır (Glicksman 1987). Bu farklılıklar farklı karragenanların çözünürlük, koyulaştırma, jelleşme, katkı maddesi olarak uyumluluk gibi fonksiyonel özellikleri üzerinde büyük etkiye sahiptir. Örneğin, κ - ve ι - karragenan kalsiyum ve potasyum iyonlarının varlığında jel oluştururken λ -karragenan oluşturmaz (Everet and McLeod 2004; Burey *et al.* 2008). Bundan dolayı λ karragenan daha çok koyulaştırıcı olarak kullanılırken, κ ve ι karragenan ise jelleştirici olarak kullanılmaktadır (McClements 2005).

Karragenanların polisakkarit zinciri yüksek sıcaklıklarda rastgele bükümlü bir molekül yapısına sahiptir. Fakat geçiş sıcaklığının altına soğutulduğunda heliks yapıya

dönüşmekte ve jel yapısı oluşturmaktadırlar (~40-70°C). Karragenanların oluşturdukları jelin viskozitesi yüksektir (McClements 2005). Proteinlerin bulunduğu ortamlarda proteinlerle birlikte (özellikle kazein) hareket ederler (Doğan vd 1996; Everet and McLeod 2004). Negatif yüklü karragenan molekülleri ortam şartlarına (pH, iyonik kuvvet, sıcaklık) bağlı olarak proteinlerin pozitif yüklü gruplarıyla interaksiyona girmekte ve birlikte jel oluşturmaktadırlar. (Borgeson *et al.* 2002). Bu interaksiyonlar çeşitli gıdaların su tutma kapasitesi, jel oluşturma özelliği, koyulaşma durumu, yapısını stabilize etme gibi özelliklerini geliştirmek için kullanılabilir (McClements 2005). Karragenanlar istenilen amaca ulaşmak için çoğunlukla diğer polisakkaritlerle (LBG, nişasta gibi) karışımlar halinde kullanılmaktadırlar (Borgeson *et al.* 2002).

Nişasta ve türevleri de yaygın olarak kullanılan stabilizatör maddeler arasında yer almaktadır. Nişasta doğada en fazla bulunan polisakkaritlerden biri olup bitkilerin tohum, kök, gövde, yaprak, meyve ve yumrularında hatta polenlerinde bulunmaktadır (Saldamlı 1998; Copeland *et al.* 2008). Ticari nişastalar daha çok mısır, patates, buğday ve pirinçten elde edilmektedirler (Sezgin 1981). Nişastanın amiloz ve amilopektin olmak üzere başlıca iki fraksiyonu olup doğal nişastaların reolojik özellikleri, nişasta granülü içerisinde bulunan amiloz ve amilopektinin birbirine oranlarına, çözeltinin kompozisyonuna (örn; pH iyonik kuvvet, şeker içeriği) ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişmektedir (McClements 2005). Ancak doğal nişastaların çözünürlüğünün az olması, arzu edilen düzeylerde tekstürel özellikler ve stabilite oluşturamayışı nedeniyle gıda üretiminde kullanım alanları sınırlıdır. Bu nedenle istenilen amaca göre çeşitli yöntemlerle modifiye edilmiş nişastalar kullanılmaktadır. Bu şekilde elde edilen nişasta ingredientleri sıcak ve soğuk su da hızlı bir şekilde çözünebilmekte, stabil ve arzu edilen özelliklerde jel oluşturabilmektedirler. Bu nişastalar çeşitli gıda emülsiyonlarında kalınlaştırıcı, jelleştirici ve stabilizatör olarak kullanılmaktadırlar (Borgeson *et al.* 2002).

Jelatin, inek, domuz, balık gibi hayvanların kolojeninden elde edilen yüksek molekül ağırlığa sahip bir protein olup kolojenin asit (A tip jelatin) ya da alkali (B tip jelatin) ortamda kaynatılarak hidrolize edilmesiyle hazırlanmaktadır (Burey *et al.* 2008).

Yaklaşık %97'si protein olan jelatinin besin değeri yoktur. Gıda endüstrisinde yoğurt başta olmak üzere süt ürünlerinde kullanılmaktadır (Borgeson *et al.* 2002). Ayrıca çeşitli gıda emülsiyonlarında kalınlaştırıcı ve jelleştirici olarak da kullanılırlar (McClements 2005). Jelatinin jel oluşturabilme yeteneği Baloom Derecesi olarak ifade edilmektedir (Sezgin 1981). Buna göre jelatinler; yüksek balom derecesine sahip jelatinler (>200 baloom derecesi), orta balom derecesine sahip jelatinler (120-200 baloom derecesi) ve düşük balom derecesine sahip jelatinler (<120 baloom derecesi) olarak üçe ayrılmakta ve yoğurt üretiminde kullanılacak jelatinin yüksek balom derecesine sahip olması gerekmektedir (Spreer 1998).

Jelatinin yoğurda işlenecek süte katılması önemli bir konudur. İlk önce jelatin bir miktar soğuk sütle (10-15 kat) karıştırılarak 10-15 dakika bekletilmekte ve daha sonra bu karışım toplam süte ilave edilerek sürekli karıştırma işlemi uygulanmaktadır. Jelatin ilavesi süütün ısıtılması aşamasında mümkün değilse, inkübasyon işleminden önce yapılabilmektedir (Sezgin 1981).

Kazein, süttten genellikle asit ya da enzim etkisiyle çöktürülerek elde edilmektedir (Borgeson *et al.* 2002). Kazeinin jel oluşturma kapasitesi, mevcut şartlar altında kazein moleküllerinin birbirleriyle birleşme durumuna bağlı olup, kazein Ca^{+2} gibi multivalent kationların mevcudiyetinde bir araya gelerek jel yapısı oluşturmaktadır (McClements 2005).

Ticari olarak sade kazein, sodyum, potasyum ve kalsiyum kazeinat formlarında satılmakta, gıda emülsiyonlarında kalınlaştırıcı ve jelleştirici olarak kullanılmaktadır (Borgeson *et al.* 2002).

Kara bitkilerinin önemli bir yapı maddesi olan selüloz doğada en fazla bulunan polisakkarittir. Doğal durumunda suda çözünmediği için gıda maddelerinde tekstür geliştirici olarak kullanmaya elverişli değildir. Bu nedenlerle çeşitli şekillerde modifiye edildikten sonra kullanılmaktadır. Gıdalarda en yaygın olarak kullanılan selüloz türevleri MC (metil selüloz), CMC (karboksimetil selüloz), HPC (hidroksipropil

selüloz), MHPC (metilhidroksipropil selüloz)'dir. Selüloz ana zincirine M, CM, HP, MHP gruplarının eklenmesiyle elde edilmektedirler (McClements 2005).

CMC gıdalarda en fazla kullanılan selüloz türevidir (Borgeson *et al.* 2002). Ticari olarak sodyum ve kalsiyum tuzları formunda satılmaktadır. Yüksek ikame derecesine (> 0,4) sahip olan CMC'ler suda hızlı bir şekilde çözünmekte ve oldukça viskoz çözeltiler oluşturmaktadırlar. CMC iyonlaştığından dolayı bu solüsyonların viskozitesi pH'ya ve iyonik kuvvete duyarlıdır. Çok değerlikli iyonların mevcudiyetinde jel oluşturabilmektedir. Renksiz ve kokusuzdur. Emülsiyon tipi gıdalarda yerçekimi etkisiyle faz ayrılmasını önlemek ve arzu edilen tekstürel özellikleri oluşturmak için kullanılmaktadır (McClements 2005).

Gıda endüstrisinde yaygın bir şekilde kullanılan diğer selüloz kaynaklı ürün MCC (mikrokristalin selüloz)'dir (Borgeson *et al.* 2002). MCC suda çözünmemekte, ve su içerisinde küçük koloidal partiküller halinde bulunmaktadır. Kullanılan konsantrasyona bağlı olarak sulu çözeltilerde üç boyutlu ağ yapı yani jel yapısı oluşturabilmektedir (Doğan vd 1996; McClements 2005).

Ksantan gam, *Xanthomonas* türü bakteriler tarafından aerobik fermentasyon ile üretilen ekstraselüler polisakkaritlere verilen bir isimdir (Sharma *et al.* 2006). Gıda endüstrisinde kullanılan ksantan gam ingredientleri *Xanthomonas campestris* bakterisi kullanılarak üretilmektedir (Doğan vd 1996). Ksantan gam, sulu çözeltilerde, nisbeten düşük sıcaklıklarda uzamış heliks yapıya sahip iken yüksek sıcaklıklarda random katlı yapıya dönüşmektedir. Geçiş sıcaklığı 40-90°C arasında olup, uygun şartlar altında çözeltideki farklı ksantan moleküllerinin heliks bölgeleri jel oluşumuyla sonuçlanan bir etkileşime girebilmektedir (McClements 2005). Ksantan gam ingredientleri hem sıcak hem de soğuk suda hızlı bir şekilde çözünebilmekte ve düşük konsantrasyonlarda oldukça viskoz çözeltiler oluşturmaktadırlar (Yurdagel 1983; Doğan vd 1996; Sharma *et al.* 2006).

Ksantan gam diğer polisakkaritlerle jel karakteristiklerini ve viskoziteyi geliştiren sinerjist bir etki gösterebilmektedir. LBG ve guar gam gibi galaktomannanlarla kombine olarak emülsiyon tipi gıdalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Kombine olarak tek başına olduğundan daha iyi reolojik özellikler oluşturmaktadır. Ayrıca oluşan jeller *termo-irreversible* özelliindedir (McClements 2005).

Jellan gam, *Pseudomonas elodea* bakterisi tarafından fermentasyon ürünü olarak üretilen ekstraselüler bir polisakkarittir (Bajaj *et al.* 2007). Jellan gam ticari olarak iki farklı formda üretilmekte ve bunlar farklı fonksiyonel özellikler göstermektedir. Birincisi, düşük asetilli form; elastik olmayan kırılğan jeller oluşturmaktadır. İkincisi, yüksek asetilli form; elastik ve kırılğan olmayan jeller oluşturmaktadır (McClements 2005). Jellan gam süt ürünlerinde kullanıldığı zaman negatif yüklü grupları proteinlerin pozitif yüklü gruplarıyla reaksiyona girerek proteinlerin presipitasyonuna yol açmaktadır (Bajaj *et al.* 2007).

Bu çalışmada, set tipi yoğurtların duysal özellikleri üzerinde olumsuz bir etki oluşturmaksızın viskozitenin geliştirilmesi ve serum ayrılmasının azaltılması amacıyla; 7 farklı stabilizatör madde değişik konsantrasyonlarda (Sodyum kazeinat %0,5; jelatin %0,3; karragenan %0,025; ksantan gam %0,015; guar gam %0,02; keçiboynuzu gamı %0,02; mısır nişastası %1,25) kullanılarak üretilen yoğurt örnekleri depolamanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve mikrostrüktür özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır. Ayrıca üretilen yoğurt örneklerinin depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde 6 kişilik panelist grup tarafından duysal değerlendirmeleri yapılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Schmidt *et al.* (2001) tarafından yapılan bir araştırmada; jelatin, doğal buğday nişastası (NWS) ve modifiye buğday nişastası (MWS) katılarak üretilen yoğurtların buzdolabında 60 gün depolama boyunca çeşitli fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri incelenmiş ve kullanılan bütün stabilizatör maddelerin yoğurt örneklerinde sinerezisi azalttığı tespit edilmiştir. Depolama boyunca asitliğin arttığı, pH'nın düştüğü ve laktik asit bakterilerinin sayısının azaldığı gözlenmiştir. Bu çalışmada jelatin ve NWS katkılı örneklerin özelliklerinin birbirine benzer olduğu, MWS katkılı örneklerin ise stabil olmadığı ve bunlara göre farklı konsistenslere sahip olduğu rapor edilmiştir.

Diğer bir araştırmada termize edilmiş yoğurtların fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine stabilizatörlerin etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla üretilen yoğurtlara %0 (kontrol grubu), 0,5, 0,75 ve 1 oranlarında jelatin, CMC ve mısır nişastası katılmıştır. Sonuçta; %0,5 ve üzerindeki CMC konsantrasyonlarının asitlik gelişimini yavaşlattığı, jelatin ve mısır nişastasının tam aksine artırdığı tespit edilmiştir. Bu yansıma pH değerlerinde de gözlenmiştir. Stabilizatörlerin dilüsyon etkisinden dolayı %protein ve %kül oranları azalmış fakat %kurumadde oranı artmıştır. Tat ve aroma bakımından en çok arzu edilen özellikler mısır nişastası katkılı örneklerde tespit edilmiştir. Tat ve aroma bakımından mısır nişastası katkılı örnekler CMC katkılı örneklerle benzer, jelatin katkılı örneklerden oldukça farklı bulunmuştur. Ağız hissi bakımından en çok beğenilen örnekler CMC katkılı örnekler olup, CMC katkılı örneklerin ağız hissi ve görünüş bakımından mısır nişastası katkılı örneklerle benzer, jelatinden farklı olduğu tespit edilmiştir. %0,75 CMC katkılı örnekler genel olarak en çok beğenilen örnekler olmuştur (Alakali *et al.* 2008).

Mehmood *et al.* (2008) tarafından yapılan bir araştırmada; %0,1, 0,2, 0,3, 0,4 ve 0,5 oranlarında katılan çeşitli stabilizatör maddelerin (CMC, guar gam, jelatin, mısır nişastası ve bunların kombinasyonları; CMC-jelatin, jelatin-mısır nişastası ve CMC-mısır nişastası) yoğurtların kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Düşük asitlik ve düşük

pH bakımından en iyi sonuçlar %0,1 oranında guar gam katkılı örneklerde, serbest yağ asitleri ve asetaldehit içeriği bakımından en iyi sonuçlar mısır nişastası katkılı örneklerde tespit edilmiştir. Bütün katkı maddeleri pH, asitlik, toplam kurumadde ve asetaldehit içeriği üzerinde etkili olmuştur. Katkı maddelerinin kullanım oranının artmasıyla, 21 günlük depolama boyunca pH değerinde azalma diğer parametrelerde artma olduğu belirlenmiştir.

Yoğurt kalitesi ve yoğurttaki serum ayrılması üzerine çeşitli stabilizatörlerin (pektin, guar gam, karboksimetil seluloz, karragenan, sodyum aljinat, mısır nişastası ve seluloz, %0,4 oranında) etkisinin incelendiği diğer bir araştırmada %3,5 süt yağı ve %16,6 kurumadde oranına sahip yoğurt örnekleri hazırlanmıştır. 10°C'de 15 gün boyunca pH, asitlik, laktoz içeriği ve sinerezis düzeyleri tespit edilmiştir. Depolama boyunca bütün örneklerde asitlik artmış pH azalmıştır. Kontrol grubu ile mukayese edildiği zaman en az sinerezis mısır nişastası katkılı örneklerde gözlenmiş bunu sırasıyla jelatin, pektin, guar gam, CMC, karragenan ve sodyum aljinat takip etmiştir (Athar *et al.* 2000).

Yağsız süt ve tam yağlı süttan yoğurt yaparken, fermentasyon işlemi esnasında asitlik gelişimi ve son ürünün kalitesinin incelendiği bir araştırmada, stabilizatör madde olarak %0,01 oranında κ-karragenan, ksantan gam, guar gam ve pektin kullanılmıştır. Sonuçta, anyonik stabilizatör maddelerin (κ-karragenan ve pektin) tekstür ve lezzetlilik bakımından zayıf bir etkiye sahip olduğu, nötral gamların (ksantan ve guar gam) ise tekstürü geliştirdiği ve serum ayrılmasıyla ilgili kusurları azalttığı tespit edilmiştir (Soukoulis *et al.* 2007).

Koksoy and Kilic (2004) ayranın depolanması esnasında serum ayrılmasını önlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, çeşitli stabilizatör maddeler (yüksek metoksilli pektin, guar gam, LBG, ve jelatin) kullanarak ürettikleri ayranların 4°C'de 15 gün depolama boyunca reolojik ve duyusal özelliklerini ve serum ayrılması durumlarını incelemişlerdir. En yüksek viskozite ve konsistens indeksi guar gam katkılı örneklerde tespit edilmiş ve guar gam katkılı örneklerde serum ayrılması gözlenmemiştir. Bununla birlikte guar gam katkılı örneklerin yağlı bir ağız hissi oluşturduğu ve bundan dolayı

ayran için uygun bir stabilizatör madde olmadığı belirtilmiştir. %0,25 oranındaki yüksek metoksilli pektin ve jelatin serum ayrılmasını önlememiş, %0,5 ve üzerindeki konsantrasyonlarda etkili olmuşlardır. Yüksek metoksilli pektin ve jelatin ayranın tat ve kokusunu etkilemiş ve duyu analizler sonucunda bu stabilizatör maddelerin ayran üretiminde kullanmak için uygun olmadıkları kanaatine varılmıştır. %0,1 oranındaki LBG'nin tat ve kokuyu değiştirmeden viskoziteyi artırdığı ve serum ayrılmasını önlediği tespit edilmiştir.

Ünal *et al.* (2003) tarafından yapılan bir çalışmada az yağlı set yoğurtların fiziksel özellikleri üzerine depolama süresi, kurumadde konsantrasyonu ve çeşitli konsantrasyonlarda LBG ilave etmenin etkileri araştırılmıştır. Az yağlı yoğurt örnekleri 2 farklı metot kullanılarak üretilmiştir. Bu örneklerin polisakkarit konsantrasyonları 0,002, 0,02 ve 0,038g/100g, kurumadde oranları 10, 12 ve 14g/100g olarak ayarlanmıştır. 4°C'de muhafaza esnasında 1, 7, 14. günlerde viskozite, STK, sinerezis, pH ve asitlik analizleri yapılmıştır. KM oranının artmasıyla viskozite ve STK artmış, sinerezis azalmıştır. 0,02g/100g'ın üstündeki LBG konsantrasyonlarında STK ve viskozite azalmış, sinerezis artmıştır. İdeal kurumadde ve LBG konsantrasyonları sırasıyla 14, 0,02g/100g olarak tespit edilmiştir.

Diğer bir araştırmada, laboratuvar şartlarında üretilen ksantan gam ve onun başka stabilizatör maddelerle karışımlarının farklı konsantrasyonlarının yoğurt ve soya yoğurdunun kimyasal, mikrobiyolojik, reolojik, duyu ve mikrostrüktürel özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Kontrol grubu örnekler stabilizatör madde katılmadan üretilmiştir. Ksantan gam ve karışımlarının yoğurt ve soya yoğurdu örneklerinin pH, KM özellikleri ve laktik asit bakteri sayıları üzerinde depolama periyodu boyunca herhangi bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir. Kullanılan stabilizatör madde çeşidi ve konsantrasyonları normal inek sütü ve soya sütü yoğurtlarının viskozite değerleri üzerinde fermantasyon periyodu boyunca etkili olmuş, bütün örneklerin viskozite değerleri bariz bir şekilde artış göstermiştir. Ksantan gam ve karışımları test edilen konsantrasyonlarda süt yoğurdunun pıhtı gerginliğini (curd tension) artırmış, soya sütü yoğurtlarının pıhtı gerginliği üzerinde ise değişken bir etki göstermiştir. %0,01 ksantan

gam içeren örnekler depolama periyodu boyunca en yüksek pıhtı gerginliğine sahip örnekler olmuştur. Stabilizatör madde katılarak üretilen bütün yoğurt örneklerinin sinerezis değerleri azalmış, taze soya sütü yoğurdu örneklerinde sinerezis tespit edilmemiştir.

Mikrostrüktür analizi ile ağ yapısında en küçük porlara sahip örneklerin %0,01 ksantan gam katkılı yoğurt örneği ve %0,05 ksantan gam katkılı soya yoğurdu örneği olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu örnekler duyusal değerlendirmede de en çok beğenilen örnekler olmuştur (El-Sayed *et al.* 2002).

Modler *et al.* (1983) tarafından yapılan bir araştırmada süt proteinleri ile stabilize edilmiş yoğurtların 4 fiziksel, 4 duyusal özelliği incelenmiştir. Yoğurt örnekleri 6 çeşit protein (3 tanesi kazein, 3 tanesi PAS kaynaklı) 3 farklı konsantrasyonda (%0,5, 1 ve 1,5) kullanılarak üretilmiştir. Proteinlerin artan konsantrasyonlarda kullanılmasıyla birlikte jel katılığı artmış, sinerezis azalmıştır. En az sinerezis %0,5 jelatin içeren kontrol grubu örneklerde tespit edilmiştir. Bunu %1,5 sodyum kazeinat içeren örnekler takip etmiştir. Genel olarak kazein kaynaklı protein ilave edilen yoğurt örnekleri PAS kaynaklı protein ilave edilen örneklerden daha sıkı bir jel oluşturmuş ve daha az sinerezis göstermiştir. Jelatin katkılı yoğurt örnekleri ve %1 ve 1,5 oranında PAS kaynaklı protein içeren yoğurt örnekleri yapı ve görünüş bakımından kazein kaynaklı protein içeren yoğurt örneklerinden daha fazla beğenilmiştir.

Diğer bir araştırmada yoğurt üretiminde bazı stabilizatör maddelerin (agar, jelatin, jelatin- pektin ve sodyum kazeinat) kullanılmasının, ürünün çeşitli niteliklerine etkisi incelenmiştir. Stabilizatörlerin yoğurt üretiminde kullanılacak olan süte ilave edilmesinden sonra üretilen yoğurtların $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 14 günlük depolama süresince 1., 7. ve 14. günlerde %KM, pH, %asitlik değerleri tespit edilmiş, ayrılan serum miktarı belirlenmiş ve duyusal değerlendirmeleri yapılmıştır. Kullanılan stabilizatörlerin tümü yoğurttan serum ayrılmasını azaltmıştır. Duyusal yönden jelatin ve jelatin-pektin katkılı yoğurt örnekleri daha çok beğenilmiştir. Sonuç olarak, yoğurt üretiminde kullanılan süte

stabilizatör olarak jelatin (%0,6) ve jelatin-pektin karışımının (%0,6+0,05) katılmasının daha uygun olacağı kanaatine varılmıştır (Atasever 2004).

Ares *et al.* (2007), Gonçalvez *et al.* (2009) tarafından yapılan bir araştırmada, tatlandırılmış stirred yoğurtların reolojik özellikleri üzerine nişasta ve jelatinin etkisi araştırılmıştır. Jelatin sinerezisi azaltmada nişastadan daha etkili olmuştur. 6mg/g jelatin içeren örneklerde sinerezis tespit edilmemiştir. Yoğurda stabilizatör madde ilave edilmesi sinerezisin yanında bütün reolojik parametreleri önemli şekilde etkilemiştir.

Supavitpatana *et al.* (2009) mısır sütünden yapılan yoğurtların yapısal özellikleri üzerine %0, 0,2, 0,4 ve 0,6 kullanılan jelatinin etkisini araştırmışlardır. Bütün yoğurt örnekleri %4 oranında sodyum kazeinat katılarak üretilmiştir. Yoğurt kalitesini belirlemek amacıyla asitlik, sinerezis, TPA (Tekstür Profil Analizi), viskoelastiklik, mikrostrüktür analizleri yapılmış ve bazı mikrobiyolojik parametreler incelenmiştir. TPA analizi sonucunda, artan jelatin oranlarının asitlik derecesi yanında sertlik, yapışkanlık ve elastiklik değerlerini artırdığı tespit edilmiştir. Mikrostrüktür analizi sonucunda, jelatin kullanılmasıyla örneklerde, özellikle %0,6 jelatin kullanılan örnekte, hava hücrelerinin küçüldüğü, süngerimsi yapının arttığı gözlenmiştir. %0,4 jelatin kullanılan örneklerin iyi bir kabul edilebilirlik değerine sahip olduğu görülmüştür.

Schmidt and Smith (2009) tarafından yapılan araştırmada, κ -karragenan, guar gam, ksantan gam %0,05, 1, 2 oranlarında kullanılarak çeşitli süt proteinleri (NDM, yağsız süt tozu ve WPC, peyniraltı suyu protein konsantratu) ve saf su ile karışımları hazırlanmış, elde edilen karışımlar iki farklı şekilde pastörize edildikten sonra reolojik özellikleri incelenmiştir. Diğer gamlarla karşılaştırıldığında karragenan-NDM solüsyonlarının daha viskoz özellik oluşturduğu görülmüştür.

Mumtaz *et al.* (2008) ksilooligosakkarit katılarak üretilen yoğurtların fizikokimyasal ve duyuşsal özelliklerini araştırdıkları çalışmada, ksilooligosakkarit katılarak üretilen yoğurt örneklerinin KM, pH, asitlik niteliklerini, ksilooligosakkarit'e ilaveten %0,4 jelatin

içeren yoğurt örneklerinininkileriyle karşılaştırmışlardır. Sonuçta, jelatin kullanımının sinerezisi azalttığı, görünüş, yapı ve tekstür özelliklerini geliştirdiği tespit edilmiştir.

Zhiyuan *et al.* (2009) yoğurdun duyuşal ve reolojik özelliklerini geliştirmek amacıyla yaptıkları çalışmada, modifiye nişastayla birlikte kullanılabilen en uygun karragenan, guar gam ve pektin oranlarını tespit etmeye çalışmışlardır. Sonuçta bu oranları, pektin için %0,25, karragenan için %0,15, guar gam için %0,55 ve modifiye nişasta için %4 olarak belirlemişlerdir.

Sağdıç *et al.* (2004) tarafından yapılan çalışmada, yoğurdun mikrobiyolojik ve diğer bazı özellikleri üzerine farklı konsantrasyonlarda (%0,01, 0,03, 0,05 ve 0,08) kullanılan κ -karragenan etkisi araştırılmıştır. A ve B grup örneklerde, kültür olarak sırasıyla ST-LB ve ST-LB-LA (ST, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*; LB, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*; LA, *Lactobacillus acidophilus*) kullanılmıştır. İnoküle edilen sütler pH 4,7'ye ulaşmaya kadar uygun sıcaklıklarda inkübe edilmiş ve 4°C'de 21 gün depolama süresince pH, titrasyon asitliği ve STK değerleri ölçülmüştür. κ -karragenanın depolama esnasında ST, LB ve LA'nın gelişmeleri üzerinde ve pH, titrasyon asitliği, STK değerleri üzerinde etkili olduğu, toplam KM ve kül değerleri üzerinde ise etkili olmadığı tespit edilmiştir. Farklı konsantrasyonlardaki κ -karragenan yapı ve görünüş üzerinde de etkili olmuştur. Sonuç olarak %0,01 ve 0,03 oranında κ -karragenanın yoğurt üretiminde kullanılabilceği ifade edilmiştir.

Kumar and Mishra (2004) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı oranlarda (%0,2, 0,4 ve 0,6) kullanılan bazı stabilizatör maddelerin (jelatin, pektin ve sodyum aljinat) MSFY'nin (mango sütü ilave edilerek üretilmiş yoğurt) çeşitli fizikokimyasal, duyuşal, tekstürel özellikleri ve starter kültür sayıları üzerine etkileri araştırılmıştır. Stabilizatör madde çeşidi ve oranının toplam KM ve asitlik değerleri üzerinde etkili olduğu ve stabilizatör madde kullanılmasıyla MSFY'nin sinerezis değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Jelatin, L (beyazlık/parlaklık) ve b (sarılık) renk değerlerini artırmış diğer stabilizatör maddeler azaltmıştır. a (yeşillik) renk değeri stabilizatör maddelerin ilave edilme oranına paralel olarak azalmıştır. %0,4 oranında jelatin katkılı örnek görünüş,

renk, yapı ve tekstür, aroma, genel kabul edilebilirlik açısından en çok beğenilen örnek olmuştur. Elastikiyet ve sakızimsılık değişmezken sertlik, kohesivlik ve yapışkanlık %0,4 stabilizatör madde konsantrasyonuna kadar artış göstermiştir. Stabilizatör madde ilave edilmesi, MSFY'nin *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarını da önemli şekilde etkilemiştir.

Zhao *et al.* (2009) yoğurt pıhtısı ve pıhtılaşma mekanizması üzerine çeşitli oranlarda (%0,1, 0,2 ve 0,3) kullanılan ksantan gamın etkisini araştırmışlardır. Kontrol grubu örnekler stabilizatör madde katılmadan üretilmiş, üretilen yoğurt örneklerinde reolojik analizler ve mikrostrüktür analizleri yapılmıştır. Ksantan gam oranının artmasıyla birlikte viskozite değerlerinde azalma gözlenmiştir. Elektron mikroskobu analizi ile kontrol grubu örneklerde kazein misellerinin kümeleştikten sonra ağ yapıya dönüştüğü diğer örneklerde düzensiz tabaka yapılar oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu oluşum, ksantan gam moleküllerinin *space baffle* etkisinden dolayı kazein misellerinin kümeleşmelerine engel olduğu buna bağlı olarak kazein misellerinin oluşturduğu yapının bozduğu şeklinde açıklanmıştır. Viskozite değerlerinin düşük olması da bu nedene bağlanmıştır.

Wang and Zhao (2006) yoğurdun organoleptik ve tekstürel özellikleri üzerine çeşitli stabilizatör maddelerin etkisini inceledikleri çalışmada, üretilen yoğurt örneklerinin STK, sertlik (rigidity), viskozite, kohesivlik özelliklerini incelemişlerdir. Pektin, jelatin, CMC ve sodyum aljinat viskozite değerlerini artırmış, LBG ve guar gam azaltmıştır. Pektin ve jelatinin STK'yı artırdığı tespit edilmiştir. Pektin ve jelatinin artan konsantrasyonları yoğurdun tekstürel özelliklerine ait değerlerini de artırmıştır. Stabilizatör maddeler %0,1 oranında kullanıldığı zaman yoğurdun tekstürel özellikleri üzerinde önemli etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir.

Attalmanan (1995) yoğurt kalitesi üzerine arap zamkı ve guar gamın etkilerini araştırdığı çalışmada, guar gam katılmış örneklerde depolama periyoduyla sinerezis ve asitlik değerlerinin arttığını tespit etmiştir. Ayrıca depolama periyodu, stabilizatör

madde kullanılmış bütün örneklerde renk, pH ve viskozite değerleri üzerinde etkili olmuştur.

Isanga and Zhang (2008), yer fıstığı sütü ve normal inek sütü karışımından yapılan set tipi yoğurtların çeşitli nitelikleri üzerine 7 çeşit stabilizatör maddenin uygunluğunu araştırmışlardır. Yoğurt örnekleri %60 yer fıstığı sütü, %40 inek sütü karışımından üretilmiştir. Jelatin, üst kısmında serum ayrılması olmayan, κ -karragenan üst kısmında çok az serum ayrılması olan sıkı bir jel yapısı oluşturmuşlardır. Diğer 5 stabilizatör madde (yüksek metoksilli pektin, propilen glikol aljinat, CMC, ksantan gam ve guar gam) üst kısmında az ya da fazla serum ayrılması olan daha zayıf jel yapısı oluşturmuşlardır. Jelatin katkılı yoğurt örnekleri duyusal analizlerde (görünüş, tekstür ve genel kabul edilebilirlik) diğer stabilizatörlerin kullanıldığı yoğurtlara göre daha fazla puanlar almıştır. Sonuçta, jelatinin bu tür yoğurtlar için en uygun stabilizatör madde olduğu kanaatine varılmıştır.

Jimoh and Kolapo (2007) soya yoğurtlarının tüketici beğenirliği ve raf ömrü üzerine manyok nişastası, mısır nişastası ve jelatinin etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada, kontrol grubu örnekler stabilizatör madde katılmadan üretilmiştir. Üretilen yoğurt örneklerinde $6\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 16 gün muhafaza süresince yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda, ilk 4 gün içerisinde toplam bakteri sayısının arttığı takip eden günlerde azaldığı tespit edilmiştir.

Bazı doğal nişastaların (patates, mısır, tapiyoka) set tipi yoğurtların tekstürel ve reolojik özellikleri üzerine etkisini belirlemek için yapılan çalışmada, bütün nişasta çeşitlerinin viskozite değerlerini artırdığı ve sertlik hariç tekstürel parametreleri geliştirdiği tespit edilmiştir (Najgebauer-Lejko *et al.* 2007).

Az yağlı yoğurtların asitliği, konsistansı ve serum ayrılmasıyla ilgili özellikleri üzerine 5 farklı çeşit stabilizatör maddenin (jelatin, 2 farklı çeşit nişasta, pektin ve pektin-agar karışımı) ve depolama süresinin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, viskozite üzerine stabilizatör madde çeşidi ve depolama süresinin, asilik üzerine başlıca depolama

süresinin etkili olduğu belirlenmiştir. Stabilizatör madde çeşidi duyusal özellikler üzerinde de (tat ve görünüş) etkili olmuştur. En iyi duyusal özellikler ve konsistens değerleri pektin katkılı örneklerde tespit edilmiştir (Jaumees and Paern 2000).

Kalab *et al.* (1975) tarafından yapılan çalışmada, farklı stabilizatör maddelerin yoğurt mikrostrüktürü üzerine etkileri araştırılmıştır. SEM (Scanning Electron Microscopy) analizleri sonucunda, kontrol grubu yoğurt örneklerinde kazein misellerinin birbirleriyle birleşerek uzun zincirler oluşturduğu, jelatin katkılı (%0,5) örneklerin mikrostrüktür yapısında farkedilebilir bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir. Karragenan katkılı (%0,4) örneklerde ise karragenanın, kazein misellerinin oluşturduğu büyük kümelerle birleşmiş iplikli yapılar halinde olduğu görülmüştür. Bu iplikçikler ince ve uzun olup serbest uçları gözlenmemiştir.

Fizman *et al.* (1999) yoğurt ve ısıtılmış ve uygulanmamış asitli süt jellerinin (90°C, pH=5,3) mikrostrüktürü ve reolojik özellikleri üzerine jelatinin etkisini araştırmışlardır. Yoğurt örnekleri %5 süt kurumaddesi katılarak ve katılmadan üretilmiştir. Karşılaştırma ısıtılmış görmemiş asitli (pH=5,3) süt jelleri ile yapılmıştır. Isıtılmış görmüş süt jellerinde ve yoğurt örneğinde jelatinin süt proteinlerinin oluşturduğu ağa dahil olduğu, ısıtılmış görmemiş asitli süt jellerinde ise bağımsız olarak yer aldığı gözlenmiştir. Sertlik (Firmness) testi ile %1,5 jelatin ilavesinin sertliği geliştirdiği tespit edilmiştir.

Yoğurt üretiminde stabilizatör madde kullanılmasının yoğurdun genel nitelikleri üzerine etkilerinin incelendiği diğer bir çalışmada, stabilizatör madde olarak değişik oranlarda agar, jelatin ve Na-kazeinat kullanılmıştır. Bu maddelerin süte ilavesiyle hazırlanan yoğurtlarda 4±1°C'de 14 günlük depolama süresince serum ayrılması, titrasyon asitliği, su aktivitesi değerleri saptanmış ve duyusal değerlendirmeler yapılmıştır. Stabilizatör madde kullanımı serum ayrılmasını azaltmıştır. Sonuç olarak; kaliteli yoğurt üretimi için stabilizatör madde katılmasının uygun olacağı kanaatine varılmıştır (Tayar vd 1995).

"Yoğurt Üretiminde Stabilizatör Maddelerin Kullanılması ve Bu Maddelerin Yoğurdun Organoleptik ve Bazı Fiziksel, Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri" adlı doktora tezi çalışmasında, karragenan %0,01, 0,02, 0,04 oranlarında, ksantan gam %0,015, 0,03, 0,06 oranlarında ve jelatin %0,2, 0,4, 0,8 oranlarında kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin duyuşal değerlendirmeleri sonucunda, jelatinin en olumlu etkiyi minimum dozda sağladığı tespit edilmiştir. Jelatin oranının artırılmasına paralel olarak kıvam ve serum ayrılması değerleri yükselmiştir. Sonuçta; jelatin hariç diğer stabilizatör maddelerin dozlarının azaltılmasıyla daha başarılı sonuçlar elde edilebileceği kanaatine varılmıştır. Stabilizatör maddeler özellikle ikili ve üçlü kombinasyonlar halinde kullanıldığında kontrol örneğinin hemen hemen bütün denemelerde daha olumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiş ve yoğurdun, kurumaddesi ve yağ oranı iyi ayarlanmış süttten yapılması durumunda katkı maddesi kullanılmadan da çok iyi kalitede yoğurtlar yapılabileceği, ancak düşük yağlı ve yağsız yoğurt üretiminde stabilizatör madde kullanımının iyi yapı elde edilmesi yönünden önemli olacağı ifade edilmiştir (Sandıkçı 2004).

Bayram (1987) tarafından yapılan çalışmada, yoğurt üretiminde stabilizatör madde kullanılmasının yoğurdun genel nitelikleri üzerine olan etkileri incelenmiştir. Stabilizatör madde olarak %0,1, 0,2, 0,3 oranlarında agar, %0,2, 0,4, 0,6 oranlarında jelatin kullanılmıştır. Bu maddelerin süte ilavesiyle hazırlanan yoğurtlarda depolama süresince 1. 5. ve 10. günlerde pıhtılaşma süresi, viskozite, konsistens, serum ayrılması, titrasyon asitliği, laktik asit, uçucu yağ asitleri ve asetaldehit miktarlarına ilişkin değerler saptanmış ve duyuşal değerlendirmeler yapılmıştır. Stabilizatör madde kullanımı ile yoğurtta viskozite, konsistens değerleri artmış, serum ayrılması da büyük ölçüde azalmıştır.

Yoğurt üretiminde jelatin ve sodyum kazeinat kullanımının yoğurt kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı diğer bir çalışmada, yoğurda işlenecek süte %0,3, 0,5, 0,7 oranlarında jelatin ve %1, 1,5, 2 oranlarında Na kazeinat ilave edilmiştir. Kontrol grubu örnekler stabilizatör madde katılmadan üretilmiştir. Yoğurtların viskozite ve serum ayrılması değerleri depolama süresindeki artışla birlikte olumlu yönde artmıştır. Ayrıca

jelatin ve sodyum kazeinat ilavesi de bahsedilen bu özelliklerin olumlu yönde etkilenmesini sağlamıştır. Yoğurt örneklerinin pH ve titrasyon asitliği değerlerinin depolama süresindeki artışla birlikte düşük tempoda devam eden fermentasyon sonucu arttığı ve depolama süresindeki bu artışla örneklerin sahip olduğu değerler arasındaki farklılığın önemli olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Jelatin katkılı örneklerle kontrol örneğinin pH ve titrasyon asitliği değerleri arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu belirlenmiştir. Na- kazeinat katkılı örneklerle kontrol örneğinin pH değerleri arasındaki farkın önemli, titrasyon asitliği değerleri arasındaki farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen duyu analizi sonuçlarına göre; toplam duyu puanı açısından %0,3 ve %0,5 jelatin katkılı örnekler kontrol örneğine göre daha yüksek puanlar almıştır. Na- kazeinat ilavesinin duyu yönünden olumlu etkilerinin olmadığı saptanmıştır. Bütün yoğurt örnekleri içerisinde duyu yönünden en fazla beğenilen %0,5 jelatin katkılı örnek olmuştur. Ayrıca bu örneğin reolojik özellikler açısından göstermiş olduğu olumlu etkilerden dolayı yoğurt üretiminde herhangi bir sorun yaratmadan kullanılabilmesi ifade edilmiştir (Akçaba 1989).

Diğer bir çalışmada (Güven 1998) stabilizatör madde kullanımının yoğurtların bazı kalite kriterleri üzerine etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada stabilizatör madde olarak jelatin (%0,5), pektin (%0,2), arap sakızı (%0,5), karragenan (%0,15) ve emülsifiyer madde olarak lesitin (%0,5) kullanımının yoğurtların bazı özelliklerine etkileri ve bu özelliklerin 21 günlük depolama sırasındaki değişimi incelenmiştir. Karragenanın yoğurtlarda asitlik gelişimini engellediği; jelatin, arap sakızı, ve karragenanın pıhtı sertliğini, jelatin ve arap sakızının viskoziteyi, karragenanın su salma özelliğini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Karragenanın duyu özelliklerinin bozulmasına neden olduğu tespit edilmiştir. En çok beğenilen jelatin katkılı yoğurtlar olurken, diğerleri kontrole yakın değerler almışlardır. Depolama süresince yoğurtların titrasyon asitlikleri yükselmiş, pH değerleri ve su salma miktarları azalmıştır. Duyu özelliklerinin uzun süreli depolamadan olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir.

Atamer vd (1999) tarafından yapılan çalışmada, dayanıklı ayran üretiminde pektinin farklı kullanım oranları denenmiş ve elde edilen ayranların bazı kalite kriterleri,

geleneksel yöntemle üretilen ayranla karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ayran örnekleri, yoğurttan geleneksel yöntemle ve %0,2, 0,4, 0,6 ve 0,8 oranlarında pektin ilavesiyle üretilmiştir. Dayanıklı ayran üretiminde, pektin kullanım oranlarının örneklerin pH değerleri ve laktik asit içerikleri üzerine etkili olmadığı ($p < 0,05$), ancak depolamanın farklı dönemlerinde titrasyon asitliği ve viskozite değerleri üzerinde önemli ($p < 0,05$) bir etki oluşturduğu tespit edilmiştir. Geleneksel yöntemle üretilen örnekte, depolamanın tüm dönemlerinde belirgin bir serum ayrılması ve homojen olmayan, kıvamı az bir yapı tespit edilmiştir. %0,2 oranında pektin katılan örnekte, muhtemelen sütün düşük Ca^{++} iyon içeriğine bağlı olarak denemelerin bazılarında geleneksel örneğinki kadar berrak olmayan ve ölçülemeyen bir serum ayrılması belirlenmiştir. Pektinin %0,4, 0,6 ve 0,8 oranlarında kullanıldığı örneklerde ise 60 günlük depolama süresince serum ayrılması gözlenmemiş ve yapılarının diğer örneklere göre daha düzgün olduğu görülmüştür. Örneklerin tat-aroma puanlarının birbirine yakın olmasına karşın, geleneksel ayranla %0,2 pektin katkılı örneğin yapı ve görünüş açısından düşük puan alması, anılan örneklerin en az beğeniyi toplamasına neden olmuştur. En çok %0,6 oranında pektin içeren örnek beğenilmiştir. Bunu sırasıyla %0,8 ve %0,4 pektin katkılı örnekler izlemiştir.

Oh *et al.* (2007) astli süt jelleri üzerine patates nişastası eklemenin etkisini araştırdıkları çalışmada mikroskopla yapılan incelemelerde şişmiş nişasta granüllerinin protein ağı içerisinde gömülmüş halde bulduklarını ve nişasta konsantrasyonu arttıkça bu yapısında arttığını tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Yoğurt yapımında kullanılan çiğ süt, yoğurt starter kültürü, yağsız süt tozu ve stabilizatör maddeler

Yoğurt yapımında kullanılan çiğ inek sütü, yoğurt starter kültürü, yağsız süt tozu Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi işletmesinden, stabilizatör maddeler ise ORKİM Kimyevi Maddeler Tic. Ltd. Şti.'nden temin edilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan sütün bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Asitlik (%LA)	0,196
pH	6,52
Özgül ağırlık	1,031
Yağ oranı (%)	3,35
Kurumadde (%)	11,93
Kül (%)	0,71
Protein (%)	3,31

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme düzeni

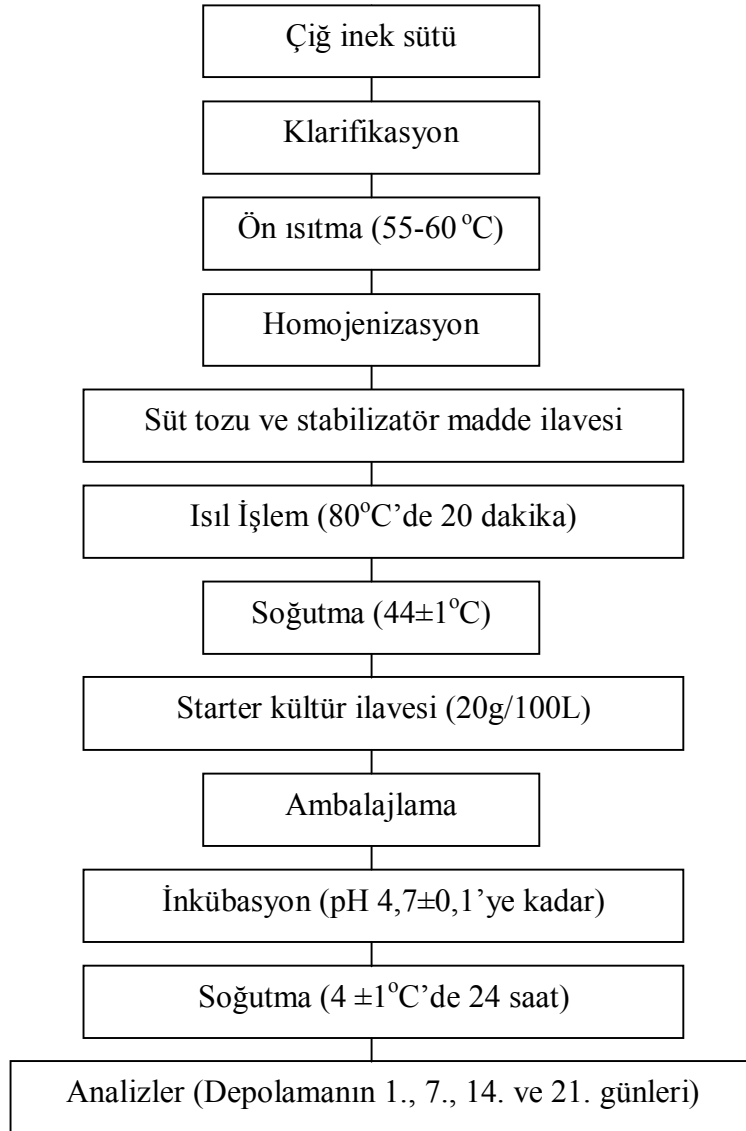
Araştırma, (8x4) Faktöriyel düzenlemede Tam Şansa Bağlı Deneme Planına göre 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Elde edilen değerler varyans analizine tabi tutulmuş; muameleler ve depolama periyotları arasındaki farkların istatistiksel olarak belirlenmesi amacıyla da Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. İstatistiki analizler SPSS 13.0 paket programından yararlanılarak yapılmıştır.

3.2.2. Deneme yoğurtların üretimi

Araştırmada, yoğurda işlenecek süt klarifikatör/separatör (ALFA-LAVAL model 313 T)'den geçirildikten sonra 40-45°C'ler arasında ön ısıtmaya tabi tutulmuş ve homojenize edildikten sonra çizelge 3.2'de verilen çeşit ve oranlarda stabilizatör madde ile yağsız süt (YS) tozu ilave edilerek 80°C'de 20 dak süreyle pastörize edilmiştir. Daha sonra 44±1°C'ye soğutularak 20g/100L oranında yoğurt kültürü (DVS) inoküle edilmiş, pH 4.7±0.1'e ulaşmaya kadar 44±1°C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyon tamamlandıktan sonra yoğurtlar 4±1°C'de depolanmış ve depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde belirtilen analizler yapılmıştır. Deneme yoğurtlara ait üretim şeması Şekil 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme yoğurtlara ilave edilen yağsız süt tozu, stabilizatör madde ve oranları

Örnek kodu	Stabilizatör Madde	Stabilizatör Madde Miktarı (%)	Yağsız Süt Tozu Miktarı (%)
A	Kontrol	-	3
B	Sodyum kazeinat	0,5	3
C	Jelatin	0,3	3
D	Karragenan	0,025	3
E	Ksantan gam	0,015	3
G	Guar gam	0,02	3
K	Keçiboynuzu gamı	0,02	3
M	Mısır nişastası	1,25	3



Şekil 3.1. Deneme yoğurtların üretim şeması

3.2.3. Yoğurda İşlenen Sütte Yapılan Analizler

Kurumadde (gravimetrik yöntemle), yağ (Gerber yöntemiyle), protein (Kjeldahl yöntemiyle), kül (gravimetrik yöntemle), özgül ağırlık (laktodansimetre ile), titrasyon asitliği (%laktik asit cinsinden) ve pH (WTW 340-1 marka birleşik elektrotlu dijital pH-metre) analizleri yapılmıştır (Kurt vd 2003).

3.2.4. Deneme yoğurtlarda yapılan kimyasal, fiziksel analizler ve renk analizleri

3.2.4.a. Toplam kurumadde oranı

Numune iyice karıştırılmış homojen hale getirilmiştir. Önceden temizlenmiş, kurutulmuş ve darası alınmış kurumadde kaplarına hassas bir şekilde yaklaşık olarak 5'er gram yoğurt örneği tartılmış ve 102 ± 2 °C'deki etüvde 3 saat süreyle kurutulduktan sonra soğumaya bırakılmış ve tartılmıştır. Örnekler etüvde 1 saat daha tutulup soğutulmuş ve tartılmıştır. Örnekler sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutma işlemine devam edilmiştir. İki tartım arasındaki fark 0,2 mg'dan düşük olduğunda kurutma işlemine son verilmiştir. Kurutmadan önceki ağırlık ve kurutmadan sonraki ağırlık farkından % kurumadde miktarı hesaplanmıştır (Kurt vd 2003).

3.2.4.b. Yağ oranı

10g yoğurt örneği tartılmış üzerine 10 ml saf su katılarak iyice karıştırılmıştır. Yarı yarıya sulandırılmış olan bu numuneden süt pipeti ile 11 ml alınıp süt bütirometresine konulmuştur. Bunun üzerine 1.82 özgül ağırlıklı 10ml sülfürik asit ve 1ml amil alkol ilave edilmiştir. Bütirometrenin tıpası kapatıldıktan sonra karıştırılmış, 5 dakika santrifüjde döndürüldükten sonra bütirometreden okunan değer 2 ile çarpılarak %yağ oranı tespit edilmiştir (Kurt vd 2003).

3.2.4.c. Kül oranı

Temizlenip kurutulmuş daraları alınmış olan porselen krozelerin içine yaklaşık 10'ar gram yoğurt örneği tartılmıştır. Krozeler etüve yerleştirilerek 105°C 'de yoğurt örneklerinin suyu uçurulmuştur. Daha sonra krozeler kül fırınına alınmış ve fırının sıcaklığı tedrici olarak artırılarak 550°C 'ye yükseltilmiştir. Numuneler hiç siyahlık kalmayınca kadar yakıldıktan sonra, krozeler desikatöre alınmış ve oda sıcaklığında soğumaları sağlanmıştır. Daha sonra krozeler tartılarak, aşağıdaki formülle %kül miktarı hesaplanmıştır (Kurt vd 2003).

$$\%K\ddot{u}l = (a-b) / (c-b) \times 100$$

a: Yakma işleminden sonra k\ddot{u}l + krozenin darası (g), b: Krozenin darası (g), c: \dd{O}rnek + Krozenin darası (g)

3.2.4.d. Protein oranı

Toplam protein oranı IDF (1993)'e g\dd{O}re mikro-kjeldahl metodu kullanılarak belirlenmiştir. Kjeldahl t\dd{u}plerine 1.5g civarında yoğurt \dd{O}rneği tartılmış \dd{u}zerine s\dd{u}lf\dd{u}rik asit ve kataliz\dd{O}r madde eklendikten sonra yakma işlemi, sıcaklık kademeli artırılarak karışım berraklaşıncaya kadar mikro kjeldahl \dd{u}nitesinde yapılmıştır. Destilasyonu takiben distilat 0,1N H₂SO₄ ile titre edilerek toplam azot miktarı belirlenmiş, azot miktarı 6,38 fakt\dd{O}r\dd{u} ile \dd{c}arpılarak da protein oranı tespit edilmiştir.

3.2.4.e. Titrasyon asitliği

Homojen hale getirilen yoğurt \dd{O}rneğinden yaklaşık 9g alınarak \dd{u}zerine 3 damla fenolftalein indikat\dd{O}r\dd{u} damlatılmış ve 0.1N NaOH \dd{c}ozeltisi ile hafif pembe renk elde edilinceye kadar titre edilmiştir. Harcanan alkali miktarı aşağıdaki form\dd{u}lde yerine konularak laktik asit cinsinden %asitlik belirlenmiştir. (Kurt vd 2003).

$$\%Asitlik = (\text{Harcanan NaOH miktarı (ml)} \times 0.009 \times 100) / \text{\dd{O}rnek miktarı}$$

3.2.4.f. pH Değeri

Birleşik elektrotlu dijital pH-metre (WTW 340-1 marka) ile tespit edilmiştir. pH-metre tampon \dd{c}ozeltilelerle (pH4 ve 7) kalibre edildikten sonra probu direk yoğurt \dd{O}rneğine daldırılarak \dd{O}l\dd{c}\dd{u}m yapılmıştır.

3.2.4.g. Viskozite değeri

Viskozite ölçümü, Poulten RV-8 model viskozimetre kullanılarak 20rpm'de 6 nolu başlık ile (örnek sıcaklığı $3\pm 1^{\circ}\text{C}$) yapılmış ve sonuçlar aletin dijital göstergesinde doğrudan centipoise (cp) olarak okunmuştur.

3.2.4.h. Serum ayrılması

25g yoğurt örneği alınarak 3°C 'de 2 saat süreyle filtre kağıdından süzölmüş ve elde edilen serum miktarı volumetrik (ml) olarak ölçölmüştür (Atamer ve Sezgin 1986, Atamer ve Sezgin 1987, Sezgin vd 1988, Tayar vd 1995).

3.2.4.i. Su Tutma kapasitesi (STK)

Santrifüj tüplerinin içerisine 20g civarında örnek (Y) tartılmış $1250\times\text{g}$ 'de 4°C 'de 10 dakika santrifüj edildikten sonra üst kısımda toplanan serum kısmı (W) uzaklaştırılmış ve tekrar tartılmıştır. %su tutma kapasitesi (STK) aşağıdaki formöl yardımıyla hesaplanmıştır (Sodini *et al.* 2005, Ayar *et al.* 2009, Küçükçetin *et al.* 2010; Sert *et al.* 2010).

$$\text{STK (\%)} = (Y - W)/Y \times 100$$

3.2.4.j. Renk

Bu amaçla Minolta Colorimetre (CR-200 Minolta Colorimeter, Osaka, Japan) cihazı kullanılmıştır. Ölçüm öncesi cihaz, standardı ile kalibre edilmiştir. Ölçümler direk örnek yüzeyinden üç farklı bölgeden yapılmıştır. Sonuçlar L, a, b renk değeri olarak ifade edilmiştir. L renk değeri parlaklığın göstergesi olup sayısal değeri 0-100 arasında değişmekte ve 0 siyah rengi 100 ise beyaz rengi tanımlamaktadır. a renk değeri pozitif ve negatif değeriyle ifade edilmekte; pozitif değeri kırmızı, negatif değeri yeşil

rengi belirtmektedir. b renk değeri de benzer şekilde pozitif ve negatif değerler almakta, pozitiflik sarı rengi negatiflikse mavi renk değişimini ifade etmektedir (Sert *et al.* 2010).

3.2.5. Mikrobiyolojik analizler

Dilüsyon sıvısı olarak %0,85 NaCl çözeltisi kullanılmıştır. Başlangıçta örneklerden 10g alınıp 90 ml'lik steril fizyolojik çözelti içerisinde homojenize edilerek ilk dilüsyon (1/10) ve bu dilüsyondan desimal seyreltmelerle diğer dilüsyonlar hazırlanmıştır. Daha sonra uygun dilüsyonlardan ekim gerçekleştirilmiştir. Sayım sonuçları dilüsyon faktörü ve seyreltme sıvısı miktarı göz önünde tutularak hesaplanmıştır (Sert 2002).

3.2.5.a. *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* sayımı

Streptococcus salivarius subsp. *thermophilus* sayımında M17 agar (Merck) kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan 0,1'er ml çift petri plağına ilave edilmiş, steril drigalski spatülü ile yayıldıktan sonra plakalar 37°C'de 48 saat inkübe edilmiş ve inkübasyondan sonra 30-300 tane koloni bulunduran petri kutularında sayım yapılmıştır (Torriani *et al.* 1996).

3.2.5.b. *Lactobacillus delbrucckii* subsp. *bulgaricus* sayımı

L. bulgaricus sayımı için MRS agar (Merck) kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan 0,1 ml çift petri kutusuna yayma yöntemi ile ekim yapıldıktan sonra petriker mikroanaerobik şartlarda 37°C'de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra oluşan koloniler sayılmıştır (Torriani *et al.* 1996).

3.2.6. Duyusal analizler

Deneme yoğurtların duyusal değerlendirmeleri muhafazanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanlarından oluşan 6 kişilik panelist grubun

katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirmelerde kullanılan forum ve uygulanan puan cetveli sırasıyla Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Duyusal değerlendirmelerde kullanılan puan cetveli (Bodyfelt *et al.* 1988)

Panelistin Adı Soyadı				
Tarih				
Örnek No: ()	PUANLAR			
NİTELİKLER	Çok iyi 9-8	İyi 7-6	Orta 5-4	Bozuk 3-2-1
Koku				
Görünüş				
Kıvam				
Tat				
Genel Kabul Edilebilirlik				

3.2.7. Mikrostrüktür analizi

Alüminyum kaplara 30g civarında yoğurt örneği tartılmış vakumlu etüvde (LAB-LINE INSTRUMENTS, INC, 3608 6CE) 70°C’de, 3,3 kPa basınçta yaklaşık 16 saat kurutulmuştur. Etüvden çıkarılan örnekler analiz edilmeden önce nem çekici madde olarak silika-jel bulunduran hava geçirmeyen desikatörlerde sabit ağırlığa ulaşmaya kadar muhafaza edilmiştir. Böylece örneklerin tam olarak kuruması sağlanmıştır. Kuruyan örneklerden mercimek tanesi büyüklüğünde parçalar koparılmış vakum kabinde altın kaplama işleminden sonra Scanning Electron Microscope (SEM) (Field Emission Scanning Electron Microscope, JEOL JSM- 7001F) analizleri yapılmıştır (Jaya 2009).

3.2.8. İstatistiksel analizler

Araştırma, 8 muamele (7 farklı stabilizatör+kontrol), 4 farklı depolama periyodu ve 2 tekerrür olmak üzere; (8x4) faktöriyel düzenlemede Tam Şansa Bağlı Deneme Planına

göre kurulmuş ve yürütülmüştür. Elde edilen veriler SPSS 13 paket programı (SPSS 13.0 for Windows, SPSS Inc., USA) kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile analiz edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Deneme Yoğurt Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

Deneme yoğurt örneklerinin kimyasal özelliklerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1’de, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Deneme yoğurt örneklerinin kimyasal özelliklerine ait varyans analizi sonuçları (F Değerleri)

Varyasyon Kaynağı	SD	Kurumadde (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Protein (%)	Asitlik (g/100g)	pH
Yoğurt Örneği	7	1,188	0,280	0,172	0,448	0,315	0,778
Depolama Süresi	3	0,230	7,820 ^{**}	0,484	0,033	4,839 ^{**}	8,617 ^{**}
Hata	32						
Genel	63						

** : p<0.01, * : p<0.05

Çizelge 4.2. Deneme yoğurt örneklerinin kimyasal özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Kurumadde (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Protein (%)	Asitlik (g/100g)	pH
Yoğurt Örnekleri	A	12,842	2,737	0,886	4,005	1,120	4,145
	B	13,129	2,687	0,897	4,228	1,201	4,090
	C	13,035	2,562	0,880	4,055	1,104	4,156
	D	12,729	2,725	0,883	3,938	1,137	4,086
	E	12,871	2,837	0,898	3,942	1,159	4,095
	G	12,729	2,662	0,881	3,895	1,140	4,113
	K	13,473	2,700	0,897	4,075	1,153	4,162
	M	13,441	2,750	0,897	3,921	1,171	4,098
Depolama Süresi (Gün)	1	13,168	2,887 ^a	0,884	3,993	1,038 ^b	4,224 ^a
	7	12,993	2,918 ^a	0,900	4,035	1,132 ^{ab}	4,107 ^b
	14	12,999	2,743 ^a	0,895	3,990	1,197 ^a	4,086 ^b
	21	12,965	2,281 ^b	0,880	4,011	1,226 ^a	4,055 ^b

* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

4.1.1. Kurumadde Oranı

Deneme yoğurt örneklerinde belirlenen kurumadde oranları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Deneme yoğurt örneklerine ait kurumadde oranları (%)

Örnek Kodu	Depolama süresi (gün)				Ort.	En Düş.	En Yük.
	1	7	14	21			
A	12,97	12,78	12,83	12,77	12,84	12,77	12,97
B	13,42	13,00	12,96	13,12	13,12	12,96	13,42
C	13,21	12,81	13,13	12,98	13,03	12,81	13,21
D	12,97	12,72	12,56	12,66	12,72	12,56	12,97
E	13,10	12,85	12,74	12,78	12,87	12,74	13,10
G	12,86	12,63	12,70	12,71	12,72	12,63	12,86
K	13,29	13,27	13,88	13,44	13,47	13,27	13,88
M	13,50	13,86	13,16	13,23	13,44	13,16	13,86
Ort.	13,16	12,99	12,99	12,96	13,03	12,96	13,16
En Düş.	12,86	12,63	12,56	12,66	12,72	12,56	12,86
En Yük.	13,50	13,86	13,88	13,44	13,47	13,27	13,88

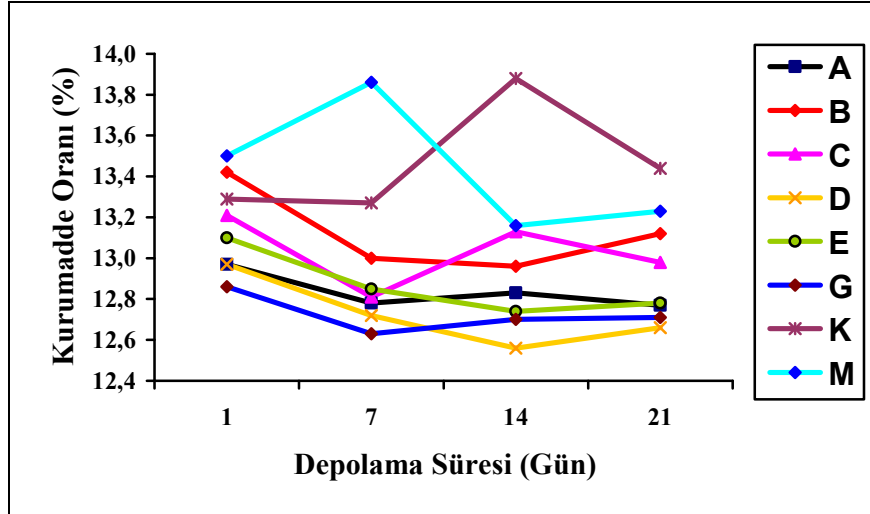
*Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Çizelge 4.3'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi yoğurt örneklerinin kurumadde oranları %12,56 ile %13,88 arasında değişim göstermiştir. En düşük kurumadde miktarı depolamanın 14. gününde karragenan katılmış yoğurt örneklerinde (D), en yüksek kurumadde miktarları ise depolamanın 14. gününde LBG katılmış yoğurt örneklerinde (K) belirlenmiştir. Depolamanın 1. gününde yoğurt örnekleri arasında en düşük kurumadde miktarı %12,86 ile guar gam katılmış G örneğinde, en yüksek kurumadde miktarı ise %13,50 ile mısır nişastası katılmış M örneğinde tespit edilmiştir. Depolamanın 21. gününde en düşük kurumadde miktarı %12,66 ile D örneğinde, en yüksek değer ise, %13,44 ile K örneğinde belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin kurumadde oranları ortalama %12,72 ile %13,47 arasında değişim göstermiştir.

Yoğurt örneklerinin kurumadde oranları, Atamer vd (1992) tarafından %2 oranında yağsız süt tozu katılıp farklı homojenizasyon derecelerinde homojenize edildikten sonra

üretileen yoğurt örneklerinde tespit edilen değereleer benzer, Alakali *et al.* (2008) tarafından stabilizatör madde katılarak üretilen yoğurt örneklerinde tespit edilen KM oranlarından, Arslaner (2002) ve Güven ve Karaca (2003) tarafından %3 oranında yağsız süt tozu katılarak üretilen yoğurt örneklerinde tespit edilen KM oranlarından ve Mumtaz *et al.* (2008) tarafından ksilooligosakkarit katılarak üretilen yoğurt örneklerinde tespit edilen KM oranlarından düşük, Bayram (1987) tarafından farklı oranlarda agar ve jelatin kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinde tespit edilen KM oranlarından yüksek bulunmuştur.

KM oranları bakımından belirtilen çalışmalarla aradaki farklılıkların, hammadde olarak farklı bileşimde süt kullanılmış olmasından, farklı çeşit hayvanlara ait süt kullanılmasından, farklı üretim tekniklerinin kullanılmış olmasından veya kullanılan kültürlerin laktozu fermente etme derecelerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Yılmaz 2006).



Şekil 4.1. Deneme yoğurt örneklerine ait kurumadde oranlarının depolama süresi boyunca değişimi

Deneme yoğurt örneklerine ait kurumadde oranlarının depolama süresi boyunca değişimini gösteren Şekil 4.1 incelendiğinde genel olarak depolamanın 1. gününde diğer günlere oranla daha yüksek kurumadde oranları tespit edilmiştir. Deneme yoğurt örneklerine ait kurumadde oranlarının depolama süresine bağlı olarak değişim seyri;

Atasever (2004) ve El-Sayed *et al.* (2002)'in stabilizatör madde katarak ürettikleri yoğurt örneklerinin kurumadde oranlarının değişim seyrine benzer, depolama periyodu süresince yoğurtların kurumadde oranlarında artışlar kaydeden Mehmood *et al.* (2008) ve Kınık ve Akbulut (2001)'un tespit ettikleri değişim seyrinden farklı bulunmuştur. Erkaya (2009) ise tüm örneklerin kurumadde miktarlarının muhafazanın 7. gününde arttığını, diğer dönemlerde ise sabit bir seyir izlediğini ifade etmiştir.

Yoğurt örneklerinin kurumadde değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi yoğurt örneklerinin kurumadde değerleri arasında küçük farklılıklar olmasına rağmen, bu farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Yoğurt örneklerinin kurumadde değerleri üzerine, stabilizatör madde ilavesinin ve depolama süresinin önemli düzeyde etkili olmadığı, Duncan çoklu karşılaştırma testi (Çizelge 4.2) sonuçları ile de desteklenmiştir.

4.1.2. Yağ oranı

Deneme yoğurt örneklerinde belirlenen yağ oranları Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

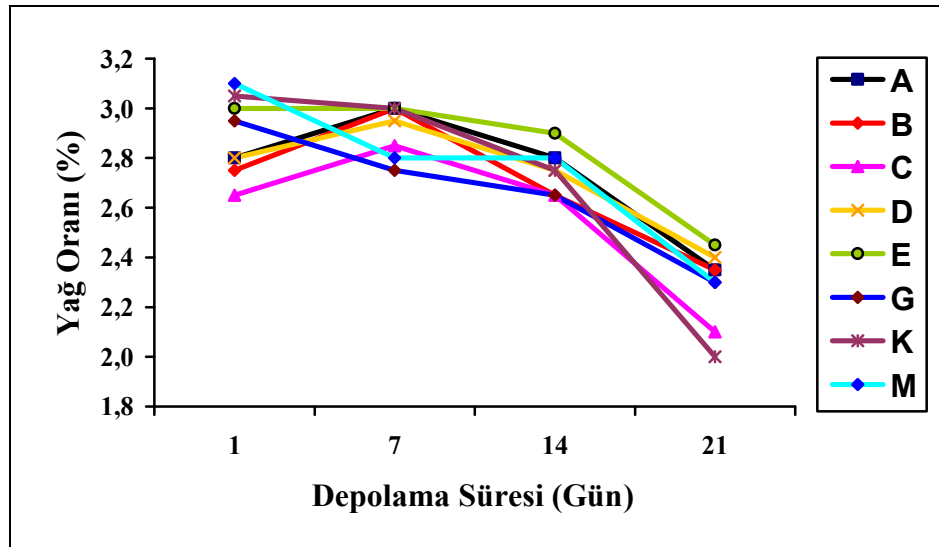
Çizelge 4.4. Deneme yoğurt örneklerine ait yağ oranları (%)

Örnek Kodu	Depolama süresi (gün)				Ort.	En Düş.	En Yük.
	1	7	14	21			
A	2,80	3,00	2,80	2,35	2,73	2,35	3,00
B	2,75	3,00	2,65	2,35	2,68	2,35	3,00
C	2,65	2,85	2,65	2,10	2,56	2,10	2,85
D	2,80	2,95	2,75	2,40	2,72	2,40	2,95
E	3,00	3,00	2,90	2,45	2,83	2,45	3,00
G	2,95	2,75	2,65	2,30	2,66	2,30	2,95
K	3,05	3,00	2,75	2,00	2,70	2,00	3,05
M	3,10	2,80	2,80	2,30	2,75	2,30	3,10
Ort.	2,88	2,91	2,74	2,28	2,70	2,28	2,91
En Düş.	2,65	2,75	2,65	2,00	2,56	2,00	2,85
En Yük.	3,10	3,00	2,90	2,45	2,83	2,45	3,10

*Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Yoğurt örneklerinde en düşük yağ oranı (%2,00) depolamanın 21. gününde K örneğinde, en yüksek yağ oranı (%3,10) ise depolamanın 1. gününde M örneğinde tespit edilmiştir. Depolamanın 1. gününde en düşük yağ oranı %2,65 ile C örneğinde, en yüksek yağ oranı %3,10 ile M örneğinde tespit edilmiştir. Depolamanın 21. gününe gelindiğinde en düşük yağ oranı %2,00 ile K örneğinde en yüksek yağ oranı ise %2,45 ile E örneğinde tespit edilmiştir. Yağ oranları ortalama %2,56 ile %2,83 arasında değişim göstermiştir.

Depolama süresince tespit edilen yağ oranları Atamer vd (1992), Kınık ve Akbulut (2001), Alakali *et al.* (2008)'un çalışmalarındaki yoğurt örneklerinde tespit edilen yağ oranı değerlerine benzer, Güven ve Karaca (2003), Arslaner (2002), Bayram (1987), Erkaya (2009) tarafından yapılan çalışmalarda inek sütü yoğurtlarında tespit edilen yağ oranı değerlerinden düşük bulunmuştur.



Şekil 4.2. Deneme yoğurt örneklerine ait yağ oranlarının depolama süresi boyunca değişimi

Deneme yoğurt örneklerinin yağ oranlarının depolama süresine bağlı olarak değişiminin daha açık bir şekilde izlenmesi amacıyla düzenlenen Şekil 4.2. incelendiğinde yağ oranlarının A, B, C, D örnekleri hariç (bu örneklerin KM oranları 1 ile 7. gün arasında artış göstermiştir) depolama periyodu boyunca genel olarak azalarak devam ettiği ve 21.

günde en düşük değerlere ulaştığı görülmüştür. Deneme yoğurt örneklerine ait yağ oranlarının KM oranındaki azalmaya bağlı olarak 7. günde nispi olarak arttığı ve bundan sonraki azalmanın ise yoğurt bakterilerinin lipolitik aktivitesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Deneme yoğurt örneklerine ait yağ oranlarının depolama süresine bağlı olarak değişim seyri göz önüne alındığında elde edilen sonuçlar Türkoğlu (1995) tarafından tespit edilen değişim seyri ile benzer, Erkaya (2009) tarafından tespit edilen değişim seyrinden farklı bulunmuştur. Türkoğlu (1995) inek sütünden ürettiği sade ve meyveli yoğurtların yağ oranlarında muhafaza süresince önemli bir azalma kaydetmiş ve bu azalmanın muhafaza süresince yoğurt bakterilerinin lipolitik aktivitelerinin bir sonucu olabileceğini bildirmiştir.

Deneme yoğurt örneklerinin yağ oranlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Analiz sonuçlarından da anlaşılacağı gibi stabilizatör madde çeşidinin yoğurt örneklerine ait yağ oranı üzerinde etkili olmadığı ($p>0,05$) ancak depolama süresinin yoğurt örneklerinin yağ oranını üzerinde etkili olduğu ($p<0,01$) belirlenmiştir. Yağ oranlarına ait farklılığın hangi periyotlar arasında olduğunu tespit etmek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Depolama periyodunun 21. gününe ait yağ oranı değerleri 1., 7. ve 14. günlere ait değerlerden önemli ölçüde farklı bulunmuştur ($p<0,01$). Buna karşılık 1., 7. ve 14. günler arasında istatistiksel açıdan fark bulunmamıştır.

4.1.3. Kül oranı

Deneme yoğurt örneklerine ait kül oranları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Depolama süresinin 1. gününde yoğurt örneklerinde en yüksek kül oranı %0,913 ile mısır nişastası katılarak üretilen M örneğinde, en düşük kül oranı da %0,850 ile jelatin katılarak üretilen C örneğinde belirlenmiştir. Depolama süresinin sonunda en yüksek kül oranı %0,893 ile Na-kazeinat katılarak üretilen B örneğinde, en düşük kül oranı da %0,868 değeri ile mısır nişastası katılarak üretilen M örneğinde bulunmuştur. Depolama süreleri

göz önüne alındığında, 1. gün örneklerine ait ortalama değer %0,884, 7. gün örneklerinde %0,900, 14. gün örneklerinde %0,895 ve 21. gün örneklerinde %0,880 olarak belirlenmiştir.

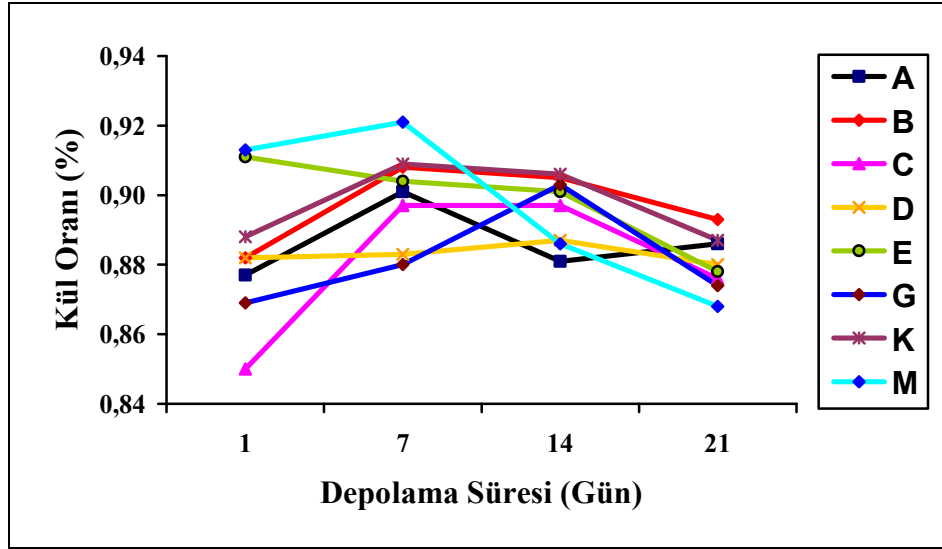
Çizelge 4.5. Deneme yoğurt örneklerine ait kül oranları (%)

Örnek Kodu	Depolama süresi (gün)				Ort.	En Düş.	En Yük.
	1	7	14	21			
A	0,877	0,901	0,881	0,886	0,886	0,877	0,901
B	0,882	0,908	0,905	0,893	0,897	0,882	0,908
C	0,850	0,897	0,897	0,876	0,880	0,850	0,897
D	0,882	0,883	0,887	0,880	0,883	0,880	0,887
E	0,911	0,904	0,901	0,878	0,898	0,878	0,911
G	0,869	0,880	0,903	0,874	0,881	0,869	0,903
K	0,888	0,909	0,906	0,887	0,897	0,887	0,909
M	0,913	0,921	0,886	0,868	0,897	0,868	0,921
Ort.	0,884	0,900	0,895	0,880	0,890	0,880	0,900
En Düş.	0,850	0,880	0,881	0,868	0,880	0,850	0,887
En Yük.	0,913	0,921	0,906	0,893	0,898	0,887	0,921

*Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Yoğurt örneklerinde tespit edilen kül oranları Güray (2009), Arslaner (2002) tarafından belirlenen sonuçlarla benzer, Erkaya (2009) tarafından inek sütü yoğurtlarında tespit edilen kül oranı değerlerinden yüksek bulunmuştur.

Yoğurt örneklerine ait kül oranlarının depolama süresine bağlı olarak değişim seyrini gösteren Şekil 4.3 incelendiğinde depolama süresinin 7. gününde E örneği hariç örneklerin kül oranlarında artış meydana geldiği ve kül oranlarına ait en yüksek değerlerin genel olarak 7. günde elde edildiği görülmektedir. Depolanın 21. gününe gelindiğinde kontrol grubu (A) hariç 14. güne kıyasla örneklerin kül oranlarında bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Deneme yoğurt örneklerine ait kül oranlarının 7. günde artmasının KM oranındaki azalmaya bağlı olarak nispi bir yükselme olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.3. Deneme yoğurt örneklerine ait kül oranlarının depolama süresi boyunca değişimi

Erkaya (2009) çeşitli hayvan sütlerini kullanarak ürettiği yoğurt örneklerinde kül oranının depolama süresine bağlı olarak düzensiz bir değişim gösterdiğini ifade etmiştir.

Kül miktarları bakımından örnek grupları ve depolama süreleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Analiz sonuçlarından da anlaşılacağı gibi stabilizatör madde çeşidi ve depolama süresinin yoğurt örneklerine ait kül oranları üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Elde edilen bu sonuçlar Çizelge 4.2’de verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ile de desteklenmiştir.

4.1.4. Protein oranı

Deneme yoğurt örneklerinin protein oranlarına ait ortalama değerler Çizelge 4.6’da verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinde de anlaşılacağı gibi, depolamanın 1. gününde en düşük protein oranı (%3,82), ksantan gam katılarak üretilen E örneği ile guar gam katılarak üretilen G örneğinde, en yüksek protein oranı (%4,26) ise, Na-kazeinat katılarak üretilen B örneğinde tespit edilmiştir. Depolama süresinin 21. gününde en düşük protein oranı (%3,89) G örneğinde, en yüksek protein oranı da B (%4,23)

örneğinde belirlenmiştir. Yani Na-kazeinat katılarak üretilen örneklerde toplam protein oranı depolama periyodu süresince diğer örneklerden yüksek bulunmuştur.

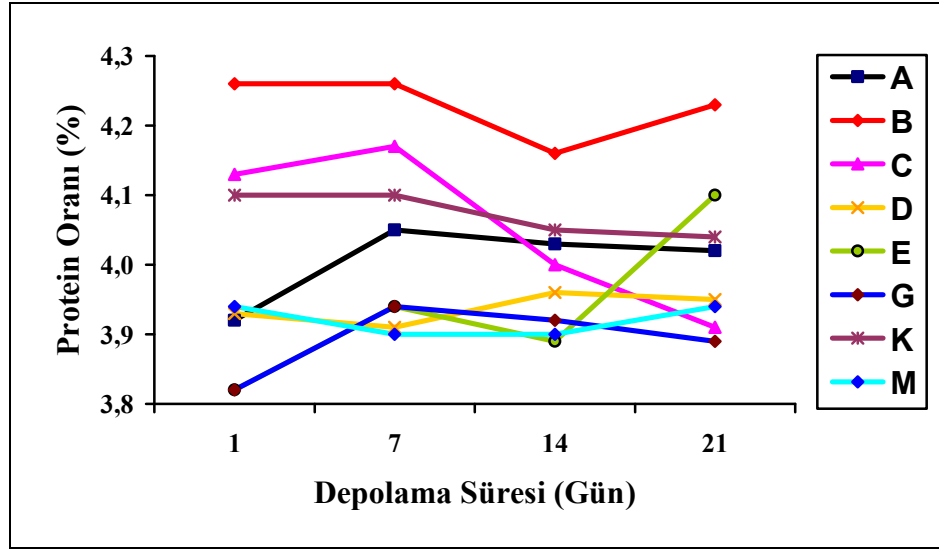
Çizelge 4.6. Deneme yoğurt örneklerine ait protein oranları (%)

Örnek Kodu	Depolama süresi (gün)				Ort.	En Düş.	En Yük.
	1	7	14	21			
A	3,92	4,05	4,03	4,02	4,00	3,92	4,05
B	4,26	4,26	4,16	4,23	4,22	4,16	4,26
C	4,13	4,17	4,00	3,91	4,05	3,91	4,17
D	3,93	3,91	3,96	3,95	3,93	3,91	3,96
E	3,82	3,94	3,89	4,10	3,94	3,82	4,10
G	3,82	3,94	3,92	3,89	3,89	3,82	3,94
K	4,10	4,10	4,05	4,04	4,07	4,04	4,10
M	3,94	3,90	3,90	3,94	3,92	3,90	3,94
Ort.	3,99	4,03	3,99	4,01	4,00	3,99	4,03
En Düş.	3,82	3,90	3,89	3,89	3,89	3,82	3,94
En Yük.	4,26	4,26	4,16	4,23	4,22	4,16	4,26

*Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Deneme yoğurtlara ait protein oranları, Arslaner (2002), Güven ve Karaca (2003), Kınık ve Akbulut (2001) tarafından tespit edilen protein oranlarından düşük, Güray (2009), Erkaya (2009), Bayram (1987), Alakali *et al.* (2008) tarafından belirlenen protein oranlarından yüksek bulunmuştur. Protein oranları bakımından belirtilen çalışmalarla arasındaki farklılıkların, farklı bileşimde süt kullanılmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yoğurt örneklerinin protein oranlarında depolama periyodu süresince meydana gelen değişim Şekil 4.4'de görülmektedir. Muhafaza süresince genel olarak örneklerin protein içeriklerinde düzensiz değişimler gözlenmiştir. C örneğinin protein oranı 7. günden sonra hızlı bir düşüş göstermiş olup bu durumun, yoğurt bakterilerinin jelatine kolayca etki edebilme özelliklerinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.4. Deneme yoğurt örneklerine ait protein oranlarının depolama süresi boyunca değişimi

Akın (1996) ve Gündoğdu (2005) muhafaza süresince yoğurt örneklerinin protein içeriklerinin azaldığını, Mahdian (2007), Kınık ve Akbulut (2001) ise arttığını belirtmişlerdir.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, yoğurt örneklerinin toplam protein oranı üzerine depolama süresi ve örnek çeşidinin etkili olmadığı ($p>0,05$), (Çizelge 4.1), Duncan çoklu karşılaştırma testine göre de (Çizelge 4.2), protein oranları bakımından örnekler arasında ve depolama periyotları arasında herhangi bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir.

4.1.5. Titrasyon asitliği

Deneme yoğurt örneklerine ait titrasyon asitliği değerleri (%laktik asit cinsinden) Çizelge 4.7’de verilmiştir. Depolamanın 1. gününde yoğurt örneklerinde tespit edilen en yüksek titrasyon asitliği oranı %1,125 ile Na- kazeinat katılarak üretilen B örneğinde, en düşük titrasyon asitliği değeri ise %0,957 ile jelatin katılarak üretilen C örneğinde tespit edilmiştir. Depolama süresinin sonunda en yüksek titrasyon asitliği oranı %1,283 ile C örneğinde, en düşük titrasyon asitliği oranı ise %1,158 ile A (kontrol grubu)

örneğinde tespit edilmiştir. Depolama dönemlerine ait ortalama değerler, 1. günde %1,038, 7. günde %1,132, 14. günde %1,197 ve 21. günde %1,226 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Deneme yoğurt örneklerine ait titrasyon asitliği oranları (% laktik asit)

Örnek Kodu	Depolama süresi (gün)				Ort.	En Düş.	En Yük.
	1	7	14	21			
A	0,985	1,152	1,187	1,158	1,120	0,985	1,187
B	1,125	1,174	1,230	1,275	1,201	1,125	1,275
C	0,957	1,061	1,117	1,283	1,104	0,957	1,283
D	1,014	1,112	1,200	1,222	1,137	1,014	1,222
E	1,081	1,118	1,217	1,222	1,159	1,081	1,222
G	1,025	1,138	1,196	1,203	1,140	1,025	1,203
K	1,032	1,140	1,208	1,231	1,153	1,032	1,231
M	1,087	1,161	1,220	1,219	1,171	1,087	1,220
Ort.	1,038	1,132	1,197	1,226	1,148	1,038	1,226
En Düş.	0,957	1,061	1,117	1,158	1,104	0,957	1,187
En Yük.	1,125	1,174	1,230	1,283	1,201	1,125	1,283

*Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

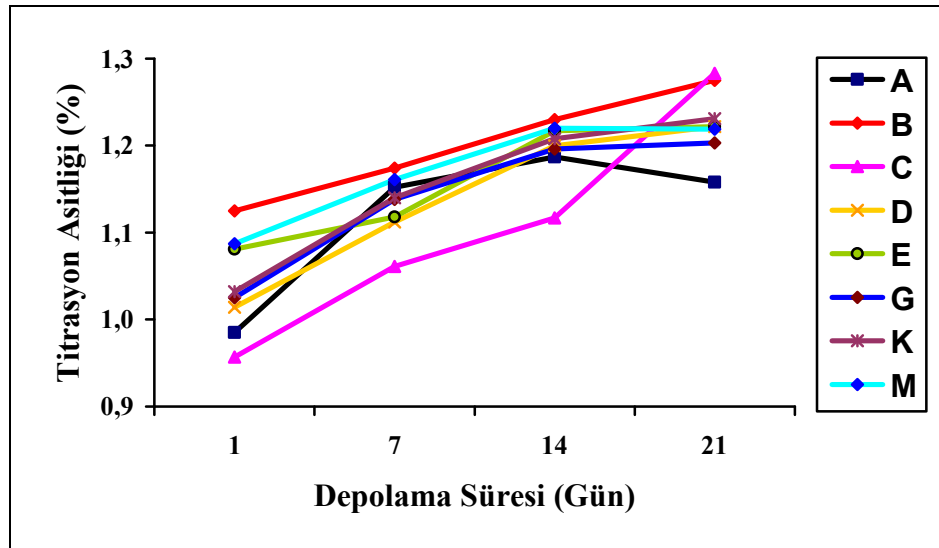
Belirlenen değerler Akçaba (1989) tarafından jelatin ve Na- kazeinat katkılı örneklerde tespit edilen titrasyon asitliği değerlerinden, Atasever (2004)'in %0,3 jelatin katkılı yoğurt örneklerinde tespit ettiği değerlerden düşük, Atamer vd (1992), Kınık ve Akbulut (2001) tarafından belirlenen değerlere benzer, Mumtaz *et al.* (2008), Alakali *et al.* (2008), Erkaya (2009) tarafından tespit edilen değerlerden yüksek bulunmuştur. Na-kazeinat ve jelatin katkılı örneklerde tespit edilen titrasyon asitliği değerleri Tayar vd (1995) tarafından Na-kazeinat ve jelatin katkılı örneklerde tespit edilen titrasyon asitliği değerleri ile mukayese edildiği zaman Na-kazeinat katkılı örneklerde yakın jelatin katkılı örneklerde daha düşük sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

Deneme yoğurt örneklerinde tespit edilen bu değerler Mehmood *et al.* (2008)'in stabilizatör madde katarak ürettiği 6°C'de depolanan yoğurt örneklerinde aynı günlerde tespit edilen asitlik değerleri ile mukayese edildiği zaman genel olarak 0. ve 7. günlerde daha yüksek, 14. günde benzer 21. günde ise daha düşük değerler elde edilmiştir.

Benzer şekilde Athar *et al.* (2000) tarafından stabilizatör madde katılarak üretilen ve 10°C’de depolanan yoğurt örnekleriyle mukayese edildiği zaman 0. ve 5. günlere oranla daha yüksek, 10. ve 15. günlere oranla daha düşük sonuçlar elde edilmiştir.

Supavitpatana (2008) çeşitli oranlarda jelatin kullanarak mısır sütünden hazırladığı yoğurt örneklerinde jelatin oranının arttıkça örneklerin asitlik derecelerinin de arttığını ifade etmiştir. Soukolis *et al.* (2007) aynı oranda (0,01) guar gam, ksantan gam ve κ -karragenan kullanarak ürettikleri yoğurt örneklerinde guar gam katkılı olanların asitlik derecelerinin daha yüksek olduğunu belirlemiştir.

Bayram (1987), %0,2 oranında jelatin kullanarak ürettiği yoğurt örneklerinde titrasyon asitliği değerlerini 1., 5. ve 10. günlerde sırasıyla %1,0367-1,0520-1,0487, %0,4 oranında jelatin kullandığı örneklerde %1,1477-1,1630-1,1717 ve %0,6 oranında jelatin kullandığı örneklerde %1,1997-1,2243-1,2107 olarak belirlemiştir.



Şekil 4.5. Deneme yoğurt örneklerine ait %titrasyon asitliği oranlarının depolama süresi boyunca değişimi

Deneme yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinde depolama periyodu süresince meydana gelen değişim Şekil 4.5’te gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi 14. güne kadar bütün örneklerin titrasyon asitliği değerleri artış göstermiş, 14. günden sonra A ve

M örneklerinin asitlik değerlerinde azalma olurken C örneğindeki artış hızlanarak, diğer örneklerdeki artış yavaşlayarak devam etmiştir. A ve M örneklerinde gözlemlenen bu asitlik seyri Korkmaz (2005)'in çalışmasındaki kontrol grubu örnekleriyle benzerlik göstermektedir. C örneğinde görülen hızlı asitlik yükselmesi ise bu örnekte tespit edilen hızlı protein parçalanmasıyla paralellik arz etmektedir.

Muhafaza süresince asitlik değerlerindeki artış, diğer araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir (Arslaner 2002; Güray 2009; Atamer ve Sezgin 1987; Sezgin vd 1988; Güven 1998; Atamer vd 1986; Dave and Shah 1997; Bonczar *et al.* 2002; Uysal *et al.* 2003; Güven *et al.* 2005; Şahan *et al.* 2007; Mumtaz *et al.* 2008).

Deneme yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinde depolama periyodu boyunca meydana gelen artışlar, yoğurt bakterilerinin laktozu laktik aside parçalamalarından kaynaklanmaktadır.

Yapılan varyans analizi sonucunda, yoğurt örneklerine ait titrasyon asitliği oranları üzerine depolama süresinin $p<0,01$ seviyesinde etkili olduğu, örnek çeşidinin ise etkili olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucunda ise (Çizelge 4.2) en düşük titrasyon asitliği değeri depolamanın 1. gününde, en yüksek titrasyon asitliği değeri ise depolamanın 21. gününde tespit edilmiş olup 14 ile 21. günlerin kendi aralarında benzer, bu grup ile 1. ve 7. günlerin birbirinden önemli derecede farklı ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir.

4.1.6. pH Değeri

Deneme yoğurt örneklerine ait pH değerleri Çizelge 4.8'de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolamanın 1. gününde en yüksek pH değeri 4,37 ile C örneğinde, en düşük pH değeri ise 4,14 ile E örneğinde tespit edilmiştir. Depolama süresi sonunda en yüksek pH değerini 4,13 ile A örneği, en düşük pH değerini de 3,98 ile C örneği almıştır. Deneme yoğurt örneklerinde ortalama pH değerleri depolamanın 1. gününde 4,22, 7. gününde 4,10, 14. gününde 4,04 ve 21. gününde de 4,05 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.8. Deneme yoğurt örneklerine ait pH değerleri

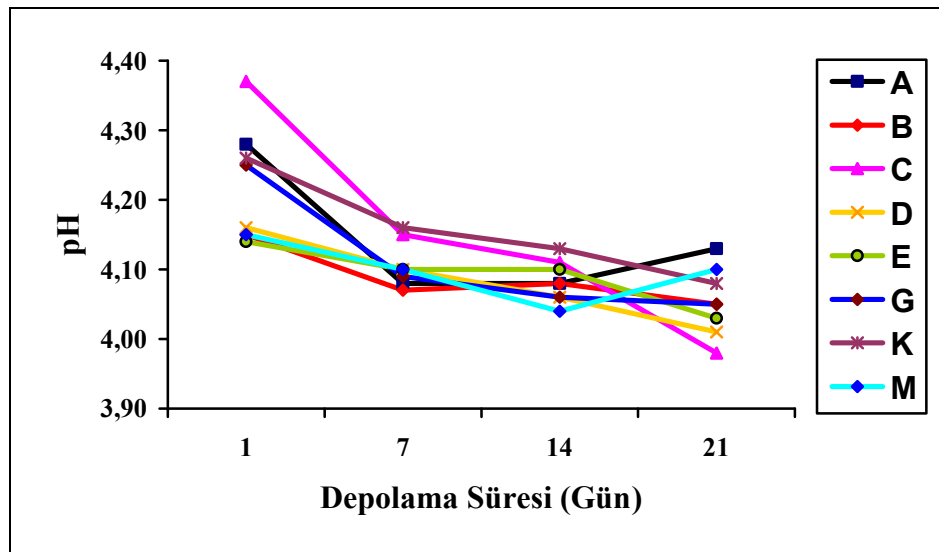
Örnek Kodu	Depolama süresi (gün)				Ort.	En Düş.	En Yük.
	1	7	14	21			
A	4,28	4,08	4,08	4,13	4,14	4,08	4,28
B	4,15	4,07	4,08	4,05	4,09	4,05	4,15
C	4,37	4,15	4,11	3,98	4,15	3,98	4,37
D	4,16	4,10	4,06	4,01	4,08	4,01	4,16
E	4,14	4,10	4,10	4,03	4,09	4,03	4,14
G	4,25	4,09	4,06	4,05	4,11	4,05	4,25
K	4,26	4,16	4,13	4,08	4,16	4,08	4,26
M	4,15	4,10	4,04	4,10	4,09	4,04	4,15
Ort.	4,22	4,10	4,08	4,05	4,11	4,05	4,22
En Düş.	4,14	4,07	4,04	3,98	4,08	3,98	4,14
En Yük.	4,37	4,16	4,13	4,13	4,16	4,08	4,37

*Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Örneklere ait pH değerleri, Güven (1998), Alakali *et al.* (2008), Arslaner (2002)'in elde ettikleri değerlerden düşük, Athar *et al.* (2000)'un tespit ettiği değerlerden yüksek bulunmuştur. Jelatin, karragenan ve ksantan gam katkılı yoğurt örneklerinde tespit edilen pH değerleri, Sandıkçı (2004) tarafından karragenan ve ksantan gam katkılı yoğurt örneklerinde tespit edilen değerlerden düşük, jelatin katkılı örneklerde tespit edilen değerlerden yüksek bulunmuştur. Jelatin katkılı örneklerde tespit edilen değerler Atasever (2004)'in aynı oranda jelatin içeren örneklerde tespit ettiği değerlere genel olarak benzer, Akçaba (1989) ve Mehmood *et al.* (2008) tarafından tespit edilen değerlerden yüksek bulunmuştur. Ksantan gam katkılı örneklerde belirlenen değerlerin El-Sayed *et al.* (2002) tarafından belirlenen değerlerden yüksek olduğu görülmüştür. Belirlenen bu farklılıkların, yoğurtların farklı KM içeriğine sahip olmasından ve aynı stabilizatör maddelerin farklı oranlarda kullanılmış olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

pH değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişimi daha iyi görmek amacıyla Şekil 4.6 düzenlenmiştir. Şeklin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, örneklere ait pH oranı 7. güne kadar hızlı, bu günden sonra yavaşlayan bir düşüş göstermiştir. A ve M

örneklerinin pH değeri 14. günden sonra artış göstermiştir. pH değerlerinde gözlemlenen bu seyir deneme yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri ile uyum arz etmiştir. Muhafaza süresince pH değerlerindeki azalış, diğer araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir (Atamer ve Sezgin 1987; Sezgin vd 1988; Akçaba 1989; Güven 1998; Athar *et al.* 2000; Arslaner 2002; El-Sayed *et al.* 2002; Güven ve Karaca 2003; Atasever 2004; Sandıkçı 2004; Korkmaz 2005; Mehmood *et al.* 2008; Erkaya 2009; Güray 2009).



Şekil 4.6. Deneme yoğurt örneklerine ait pH oranlarının depolama süresi boyunca değişimi

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, örnek çeşidinin, pH oranı üzerine önemli derecede etkili olmadığı, depolama süresinin ise $p < 0,01$ seviyesinde etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Duncan çoklu karşılaştırma testi (Çizelge 4.2) sonuçlarına göre en yüksek pH değeri depolamanın 1. gününde en düşük değer ise 21. gününde elde edilmiştir. İstatistiksel olarak 1. güne ait pH değerinin 7, 14, 21. günlerden farklı, 7, 14, 21. günlerin ise kendi aralarında benzer olduğu tespit edilmiştir. 1. gün ile diğer günler arasındaki farklılık arz eden bu durum Arslaner (2002) tarafından belirlenen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

4.2. Deneme Yoğurt Örneklerinin Fiziksel Özelliklerine ve Renk Değerlerine Ait Analiz Sonuçları

Deneme yoğurt örneklerinin fiziksel özellikleri ve renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9’da Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Deneme yoğurt örneklerinin fiziksel özelliklerine ve renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları (F Değerleri)

Varyasyon Kaynağı	SD	Viskozite (cp)	Serum Ayrılması (ml/25g)	STK (%)	L Renk Değeri	-a Renk Değeri	+b Renk Değeri
Yoğurt Örneği	7	1,39	1,57	1,74	18,859 **	52,60 **	41,03 **
Depolama Süresi	3	0,58	0,860	1,46	34,611 **	64,32 **	50,42 **
Hata	32						
Genel	63						

** : p<0.01, * : p<0.05

Çizelge 4.10. Deneme yoğurt örneklerinin fiziksel özelliklerine ve renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Viskozite (cp)	Serum Ayrılması (ml/25g)	STK (g/kg)	L Renk Değeri	-a Renk Değeri	+b Renk Değeri
Yoğurt Örnekleri	A	5516	8,90	60,10	89,36 ^b	-3,64 ^c	6,76 ^d
	B	6432	8,57	60,82	89,81 ^a	-3,47 ^a	6,78 ^{cd}
	C	4877	6,96	58,58	88,50 ^d	-3,76 ^{ef}	6,39 ^f
	D	4887	9,45	56,26	89,09 ^c	-3,52 ^b	7,19 ^b
	E	5444	9,44	54,28	88,84 ^c	-3,57 ^b	7,33 ^a
	G	4753	9,34	53,15	88,88 ^c	-3,69 ^d	6,92 ^c
	K	4983	8,82	56,44	89,00 ^c	-3,80 ^f	6,70 ^{de}
	M	5080	9,00	60,92	89,04 ^c	-3,73 ^{de}	6,56 ^e
Depolama Süresi (Gün)	1	5245	9,11	55,04	89,07 ^b	-3,56 ^a	7,02 ^a
	7	5200	9,20	57,43	89,57 ^a	-3,57 ^a	6,47 ^c
	14	5575	8,62	58,11	88,91 ^b	-3,73 ^b	6,88 ^b
	21	4966	8,31	59,70	88,71 ^c	-3,72 ^b	6,94 ^{ab}

* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

4.2.1. Viskozite değeri

Deneme yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca tespit edilen ortalama viskozite değerleri Çizelge 4.11’de verilmiştir. En düşük viskozite değeri (4299 cp) depolamanın 14. gününde jelatin katkılı C örneğinde, en yüksek değer (6725 cp) ise depolamanın 14. gününde Na- kazeinat katkılı B örneğinde tespit edilmiştir. Deneme yoğurt örneklerine ait ortalama viskozite değerleri depolamanın 1. gününde 5245 cp, 7. gününde 5200 cp, 14. gününde 5575 cp ve 21. gününde de 4966 cp olarak belirlenmiştir.

Deneme yoğurt örneklerinde tespit edilen viskozite değerleri Erkaya (2009) tarafından belirlenen değerlerden yüksek bulunmuştur.

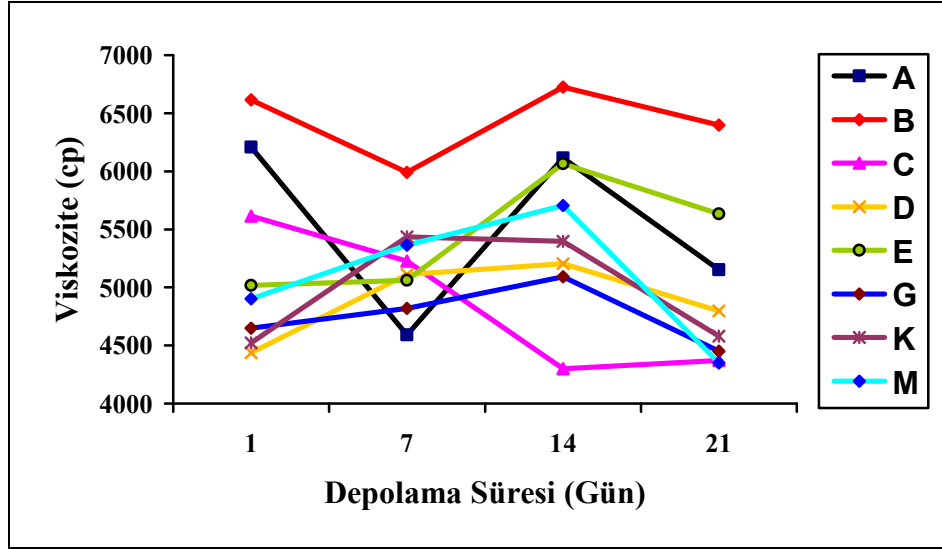
Çizelge 4.11. Deneme yoğurt örneklerine ait viskozite değerleri (cp)

Örnek Kodu	Depolama süresi (gün)				Ort.	En Düş.	En Yük.
	1	7	14	21			
A	6207	4592	6115	5152	5516	4592	6207
B	6615	5991	6725	6398	6432	5991	6725
C	5613	5226	4299	4372	4877	4299	5613
D	4437	5110	5205	4797	4887	4437	5205
E	5017	5062	6065	5632	5444	5017	6065
G	4650	4820	5092	4450	4753	4450	5092
K	4522	5435	5397	4580	4983	4522	5435
M	4902	5363	5705	4350	5080	4350	5705
Ort.	5245	5200	5575	4966	5247	4966	5575
En Düş.	4437	4592	4299	4350	4753	4299	5092
En Yük.	6615	5991	6725	6398	6432	5991	6725

*Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır

Viskozite değerlerinin depomla süresine bağlı olarak değişim seyrini gösteren Şekil 4.7 incelendiğinde A, B ve C örneklerinin 14. güne kadar düzensiz bir seyir izlediği, diğer örneklerin viskozite değerlerinde ise 7. ve 14. günlerde 1. güne oranla artışlar olduğu görülmüştür. 21. güne gelindiğinde C örneği hariç bütün örneklerin viskozite

değerlerinde 14. güne oranla azalma olmuştur. B, D, E, G ve M örneklerine ait en yüksek değerler 14. günde tespit edilmiştir.



Şekil 4.7. Deneme yoğurt örneklerine ait viskozite değerlerinin depolama süresi boyunca değişimi

Bayram (1987), Sezgin vd (1988), Akçaba (1989), Güven (1998), Arslaner (2002), Korkmaz (2005) depolama periyodu boyunca yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinde artma olduğunu tespit etmişlerdir. Erkaya (2009) çalışmasında yoğurt örneklerine ait viskozite değerlerinin düzensiz bir değişim göstermekle birlikte depolamanın 1. gününden itibaren 21. güne kadar arttığını 28. günde ise 21. güne oranla daha düşük değerler aldığını ifade etmiştir.

İlave edilen stabilizatör madde çeşidi ve depolama periyodunun, yoğurt örneklerinin viskozitesi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analiz sonucunda (Çizelge 4.9), her iki parametrenin de önemli düzeyde etkili olmadığı ($p>0,05$) saptanmıştır. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Yoğurt örnekleri dikkate alındığında en yüksek değer Na-kazeinat katkılı B örneğinde tespit edilmiştir. Na-kazeinat katkısının yoğurt örneklerinde kazein misellerinin oluşturduğu jel ağının yoğunluğunu artırarak viskozite değerlerini artırdığı

düşünülmektedir. Ayrıca depolama periyotlarına ait en yüksek viskozite değeri depolamanın 14. gününde, en düşüğü ise 21. günde tespit edilmiştir.

4.2.2. Serum ayrılması

Deneme yoğurt örneklerine ait ortalama serum ayrılması değerleri Çizelge 4.12’de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi en yüksek serum ayrılması değeri 9,87 ml ile depolama periyodunun 7. gününde G örneğinde, en düşük değer ise 5,35 ml ile depolamanın 21. gününde C örneğinde saptanmıştır. D ve E örnekleri hariç en düşük serum ayrılması değerleri 21. günde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.12. Deneme yoğurt örneklerine ait serum ayrılması değerleri (ml/25 g)

Örnek Kodu	Depolama süresi (gün)				Ort.	En Düş.	En Yük.
	1	7	14	21			
A	9,00	9,17	9,30	8,12	8,90	8,12	9,30
B	8,82	8,87	8,37	8,21	8,57	8,21	8,87
C	8,00	8,50	6,02	5,35	6,96	5,35	8,50
D	9,72	9,50	9,20	9,40	9,45	9,20	9,72
E	9,50	9,62	9,30	9,35	9,44	9,30	9,62
G	9,25	9,87	9,30	8,95	9,34	8,95	9,87
K	9,00	9,12	8,60	8,57	8,82	8,57	9,12
M	9,62	9,00	8,87	8,52	9,00	8,52	9,62
Ort.	9,11	9,20	8,62	8,31	8,81	8,31	9,20
En Düş.	8,00	8,50	6,02	5,35	6,96	5,35	8,50
En Yük.	9,72	9,87	9,30	9,40	9,45	9,30	9,87

*Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Depolama periyodu boyunca diğer örneklere göre jelatin katkılı C örneğinde çok daha düşük serum ayrılması değerleri belirlenmiş olup bu durum Fiszman *et al.* (1999) tarafından rapor edilen durumlarla açıklanabilir. Fiszman *et al.* (1999) jelatin ilave etmenin, yoğurdun reolojik ve mikrostrüktür özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada jelatinin süt proteinlerinin oluşturduğu ağa dahil olduğunu, mikroskopik çalışmalarda yoğurt yapısının oldukça homojen ve çift ağ yapısına sahip olarak

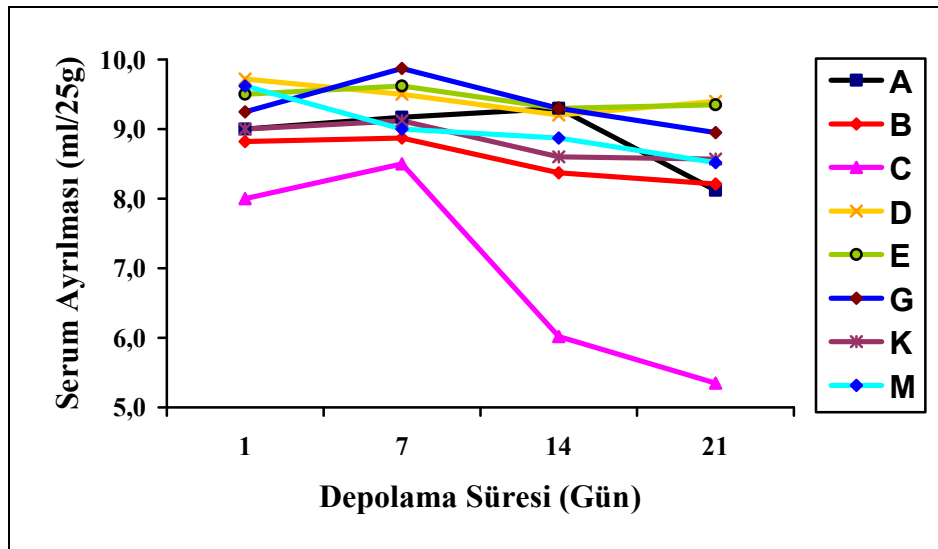
gözüktüğünü, jelatinin bu özelliklerinin yoğurtlara ait sinerezis değerlerini azalttığını ifade etmişlerdir. Supavitpatana (2008) çeşitli oranlarda jelatin kullanarak mısır sütünden hazırladığı yoğurt örneklerinde jelatin oranının arttıkça örneklerin sinerezis değerlerinin azaldığını belirlemiştir.

Kontrol grubu yoğurt örneklerinde tespit edilen değerler Bayram (1987)'ın kontrol grubu örneklerinde tespit ettiği değerlerden düşük, jelatin katkılı (%0,3) örnekte tespit edilen değerler, yine aynı araştırmacının ve Tayar vd (1995)'nin %0,2 jelatin katkılı örneklerde tespit ettikleri değerlerden düşük, %0,4 oranında jelatin içeren örneklerde tespit ettikleri değerlerden yüksek bulunmuştur.

Na-kazeinat, jelatin, karragenan, ksantan gam katkılı örneklerde tespit edilen değerler Akçaba (1989), Tayar vd (1995), Güven (1998), Atasever (2004), Sandıkçı (2004) tarafından tespit edilen değerlerden yüksek bulunmuştur. Bütün bu farklılıkların stabilizatör maddelerin farklı konsantrasyonlarda kullanılmış olmasından, ayrıca yoğurt üretiminde kullanılan sütün farklı bileşimlerde ve farklı üretim tekniklerinin kullanılmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ünal *et al.* (2003) %0,02 oranındaki LBG konsantrasyonunun sinerezis değerlerini artırdığını, Soukolis *et al.* (2007) ksantan gam, guar gam ve κ -karragenan katkılı (%0,01) yoğurt örneklerinden κ -karragenan katkılı olanların serum ayrılmasına daha meyilli olduklarını bildirmişlerdir. El-Sayed *et al.* (2002) %0,05 oranında ksantan gam içeren yoğurt örneklerinde depolamanın 1., 5. ve 10. günlerinde, %0,01 oranında ksantan gam içeren yoğurt örneklerinde depolamanın 1. gününde sinerezis olmadığını, 5. ve 10. günlerde ise çok az bir sinerezis tespit edildiğini bildirmişlerdir. Güven ve Karaca (2003) farklı yöntemlerle kurumaddesi artırılan sütlerden ürettikleri yoğurtlarda %3 yağsız süt tozu içeren örneklerin serum ayrılması değerlerini 1. ve 12. günlerde sırasıyla 7,99 ve 5,36 olarak tespit etmişler ve evaporasyon dışında uygulanan KM artırım yöntemlerinin serum ayrılmasını teşvik ettiğini ifade etmişlerdir.

Deneme yoğurt örneklerine ait serum ayrılması değerlerinin depolama süresine bağlı olarak değişim seyrini daha iyi inceleyebilmek için Şekil 4.8 düzenlenmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi D ve E örneklerinin serum ayrılması değerleri depolama periyodu süresince düzensiz bir seyir göstermiştir. M örneğinin serum ayrılması değerleri 1. günden itibaren azalmış, A, B, C, G, K örneklerinin serum ayrılması değerleri 7. veya 14 günlerde artmış, 21. günde ise 1. güne oranla daha düşük değerlere ulaşmıştır. C örneğinde diğer örneklere göre depolama süresince çok daha düşük serum ayrılması değerleri tespit edilmiş olup, yoğurt bakterileri tarafından jelatinin parçalanması sonucu oluşan asidik karakterli bileşiklerin suyu bağlayarak bu örneğe ait serum ayrılması değerlerini düşürdüğü tahmin edilmektedir.



Şekil 4.8. Deneme yoğurt örneklerine ait serum ayrılması değerlerinin depolama süresi boyunca değişimi

Bayram (1987), kontrol grubu ve %0,2 jelatin katkılı örneklerde 1. güne oranla 10. günde serum ayrılması değerlerinin arttığını tespit etmiştir. Sandıkçı (2004) stabilizatör maddelerle çalıştığı yoğurt örneklerinde 14. gün 1. güne oranla karragenan ve ksantan gam katkılı örneklerde daha düşük, jelatin katkılı bazı örneklerde daha yüksek serum ayrılması değerleri tespit etmiştir.

Erkaya (2009) 14. günde bazı yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerinde artma olduğunu ifade etmiş ve bunu serum ayrılması değerlerinin muhafaza süresince örneklerin kurumadde, yağ ve protein içerikleriyle ters orantılı olarak değiştiğinin göstergesi olabileceği şeklinde açıklamıştır.

Atamer ve Sezgin (1987), çalışmalarında yoğurtlarda depolama süresince serum ayrılmasının azaldığını saptamışlar bu değişimin inkübasyon sonu pH'sı 4,7 ve bundan küçük olan örneklerde daha belirgin olduğunu açıklamışlardır.

Sezgin vd (1988), Akçaba (1989), Tayar vd (1995), Güven (1998), Arslaner (2002), Atasever (2004) Korkmaz (2005) depolama süresi boyunca serum ayrılması değerlerinin azalarak devam ettiğinin belirlemişlerdir.

Athar *et al.* (2000), El-Sayed *et al.* (2002), Küçüköner and Tarakçı (2003), Mumtaz *et al.* (2008), depolama süresi boyunca serum ayrılması değerlerinin artarak devam ettiğinin belirlemişlerdir.

Deneme yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerleri üzerine stabilizatör madde çeşidi ve depolama süresinin etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi (Çizelge 4.9) sonucunda bu parametre üzerine belirtilen faktörlerin etkisi önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Duncan çoklu karşılaştırma testi (Çizelge 4.10) sonucunda serum ayrılması değerleri bakımından örnekler arasında ve depolama periyotları arasında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir.

4.2.3. Su tutma kapasitesi (STK)

Deneme yoğurt örneklerine ait su tutma kapasitesi (STK) oranlarına ait ortalama değerler Çizelge 4.13'te verilmiştir. Depolamanın 1. gününde en düşük STK oranı %51,28 ile ksantan gam katkılı E örneğine en yükseği ise %59,09 ile mısır nişastası katkılı M örneğinde tespit edilmiştir. Depolamanın 21. gününde en düşük STK oranı %55,70 ile guar gam katkılı G örneğine, en yükseği ise %62,45 ile M örneğine aittir.

Depolamanın 1., 7., 14. ve 21. gününe ait ortalama STK oranları sırasıyla %55,04, %57,43, %58,11 ve %59,70 olarak tespit edilmiştir.

Ünal *et al.* (2003) %10 ve 12 KM oranına sahip yoğurt örneklerinde %0,02 oranındaki LBG konsantrasyonunun STK değerlerini düşürdüğünü belirlemişlerdir.

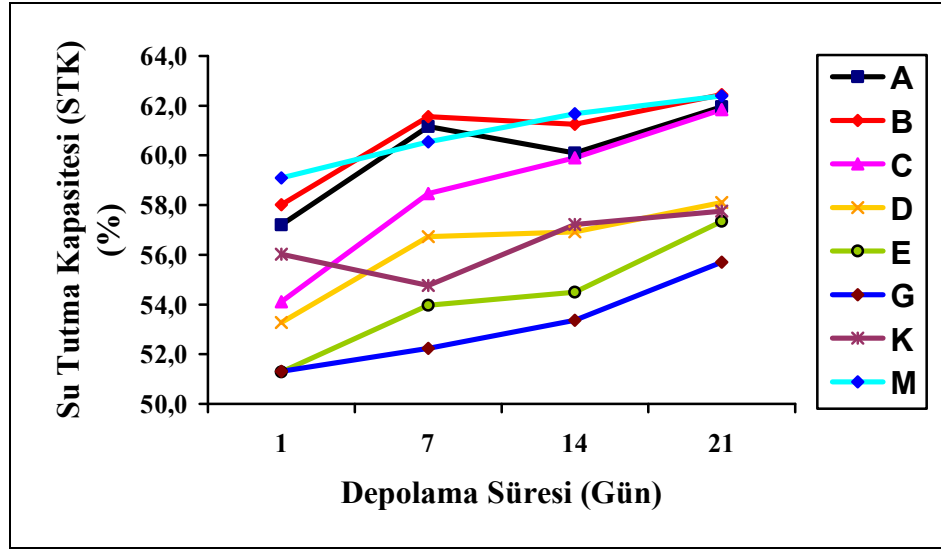
Çizelge 4.13. Deneme yoğurt örneklerine ait STK oranları (%)

Örnek Kodu	Depolama süresi (gün)				Ort.	En Düş.	En Yük.
	1	7	14	21			
A	57,20	61,16	60,10	61,96	60,10	57,20	61,96
B	58,02	61,56	61,25	62,45	60,82	58,02	62,45
C	54,11	58,47	59,90	61,84	58,58	54,11	61,84
D	53,27	56,73	56,92	58,11	56,26	53,27	58,11
E	51,28	53,97	54,50	57,35	54,28	51,28	57,35
G	51,31	52,23	53,36	55,70	53,15	51,31	55,70
K	56,02	54,76	57,22	57,76	56,44	54,76	57,76
M	59,09	60,54	61,67	62,40	60,92	59,09	62,40
Ort.	55,04	57,43	58,11	59,70	57,57	55,04	59,70
En Düş.	51,28	52,23	53,36	55,70	53,15	51,28	55,70
En Yük.	59,09	61,56	61,67	62,45	60,92	59,09	62,45

*Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Deneme yoğurt örneklerine ait STK değerlerinin depolama süresine bağlı olarak değişimini daha iyi görebilmek amacıyla Şekil 4.9 düzenlenmiştir. 1. ile 7. gün arasında K örneği, 7. ile 14. gün arasında A ve B örnekleri hariç bütün örneklerin STK değerleri depolama süresi boyunca artmış ve en yüksek değerler 21. günde kaydedilmiştir.

Şeklin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi depolama periyodu boyunca genel olarak bütün örneklerin STK değerleri artmış ve 1. güne oranla 21. günde daha yüksek değerler elde edilmiştir.



Şekil 4.9. Deneme yoğurt örneklerine ait STK değerlerinin depolama süresi boyunca değişimi

Yoğurt örneklerine ait STK değerlerinin depolama süresine bağlı olarak gösterdiği seyir Tunçtürk vd (2000), Singh *et al.* (2008), Sert *et al.* (2010) tarafından belirlenen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Küçükçetin *et al.* (2010) ise yaptıkları çalışmada STK değerlerinin depolama periyoduna bağlı olarak azaldığını tespit etmişlerdir.

Deneme yoğurt örneklerinin STK değerlerine ait varyans analizi sonucunda (Çizelge 4.9), stabilizatör madde çeşidinin ve depolama süresinin bu parametre üzerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (Çizelge 4.10) ile desteklenmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre STK değerleri bakımından en düşük değer G örneğinde en yüksek değer M örneğinde belirlenmiştir.

4.2.4. Renk değerleri

4.2.4.a. L Renk değeri

L renk değeri parlaklığın göstergesi olup sayısal değeri 0-100 arasında değişmekte ve 0 siyah rengi 100 ise beyaz rengi tanımlamaktadır.

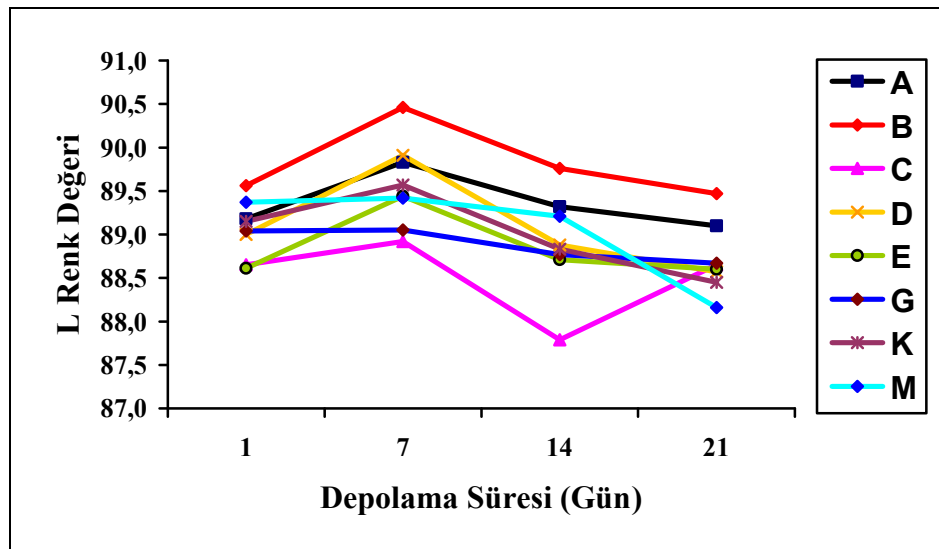
Çizelge 4.14. Deneme yoğurt örneklerine ait renk değerleri

Örnek Kodu	Depolama Periyodu (gün)	L Renk Değeri	-a Renk Değeri	+b Renk Değeri
A	1	89,18	-3,52	7,25
	7	89,83	-3,75	5,95
	14	89,32	-3,53	7,00
	21	89,10	-3,78	6,86
	Ortalama	89,36	-3,64	7,76
B	1	89,56	-3,42	6,98
	7	90,46	-3,48	6,22
	14	89,76	-3,47	6,76
	21	89,47	-3,50	7,17
	Ortalama	89,81	-3,47	6,78
C	1	88,65	-3,78	6,55
	7	88,92	-3,61	6,54
	14	87,79	-3,97	5,51
	21	88,65	-3,67	6,97
	Ortalama	88,50	-3,76	6,39
D	1	89,00	-3,46	7,13
	7	89,91	-3,39	6,65
	14	88,88	-3,68	7,51
	21	88,57	-3,55	7,47
	Ortalama	89,09	-3,52	7,19
E	1	88,61	-3,57	7,55
	7	89,44	-3,44	6,86
	14	88,71	-3,69	7,55
	21	88,60	-3,57	7,38
	Ortalama	88,84	-3,57	7,33
G	1	89,04	-3,59	6,89
	7	89,05	-3,69	6,60
	14	88,77	-3,78	7,12
	21	88,67	-3,71	7,09
	Ortalama	88,88	-3,69	6,92
K	1	89,15	-3,60	6,83
	7	89,57	-3,71	6,78
	14	88,83	-3,87	6,84
	21	88,45	-4,03	6,35
	Ortalama	89,00	-3,80	6,70
M	1	89,37	-3,54	7,03
	7	89,42	-3,52	6,22
	14	89,21	-3,86	6,77
	21	88,16	-3,99	6,25
	Ortalama	89,04	-3,73	6,56
Ortalama		89,06	-3,65	6,83
En düşük		87,79	-4,03	5,51
En yüksek		90,46	-3,39	7,76

Deneme yoğurt örneklerine ait ortalama L renk değerleri Çizelge 4.14'te verilmiştir. Depolamanın 1. gününe ait en düşük L renk değeri 88,61 ile ksantan gam katkı E örneğinde, en yükseği ise 89,56 ile Na-kazeinat katkı B örneğinde tespit edilmiştir. Depolamanın 21. gününde en düşük L renk değeri 88,16 ile doğal nişastası katkı M örneğinde, en yüksek L değeri 89,47 ile Na-kazeinat katkı B örneğinde belirlenmiştir. Depolama periyodu boyunca en düşük L değeri 87,79 ile depolamanın 14. gününde jelatin katkı C örneğinde, en yüksek değer ise 90,46 ile depolamanın 7. gününde Na-kazeinat katkı B örneğinde tespit edilmiştir. Depolama periyotlarına ait ortalama L değerleri 89,07 (1. gün), 89,57 (7. gün), 88,91 (14. gün), 88,71 (21. gün) olarak belirlenmiştir.

Deneme yoğurt örneklerine ait L renk değerlerinin depolama süresi boyunca değişimini gösteren Şekil 4.10 incelendiğinde bu değerlerin bütün örneklerde 7. günde arttığı, C örneği hariç 7. günden sonra 21. güne kadar azaldığı görülmüştür. 21. günde 1. güne oranla daha düşük değerler tespit edilmiştir.

Sert *et al.* (2010) yoğurt örneklerinde dört haftalık depolama periyodu boyunca genel olarak L değerinin azaldığını ifade etmişlerdir.



Şekil 4.10. Deneme yoğurt örneklerine ait L renk değerlerinin depolama süresi boyunca değişimi

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.9) stabilizatör madde çeşidi ve depolama süresinin deneme yoğurt örneklerinin L değerleri üzerine etkisi $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre (Çizelge 4.10) en yüksek L renk değeri 89,81 ile B örneğinde, en düşük L değeri ise 88,50 ile C örneğinde belirlenmiş olup D, E, G, K, M örneklerinin kendi aralarında benzer, A, B, C örneklerinin ise kendi aralarında ve bu grup örnekten önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir. L renk değerlerindeki bu farklılıkların kullanılan stabilizatör maddenin rengi ve kullanılan konsantrasyona bağlı olduğu düşünülmektedir.

Depolama periyotlarına göre en yüksek L değeri 7. günde, en düşüğü ise 21. günde tespit edilmiştir. İstatistiki açıdan 1. ve 14. günler kendi aralarında benzer, 1 ve 21. günler de birbirinden ve bu günlerden önemli derecede farklı olarak belirlenmiştir.

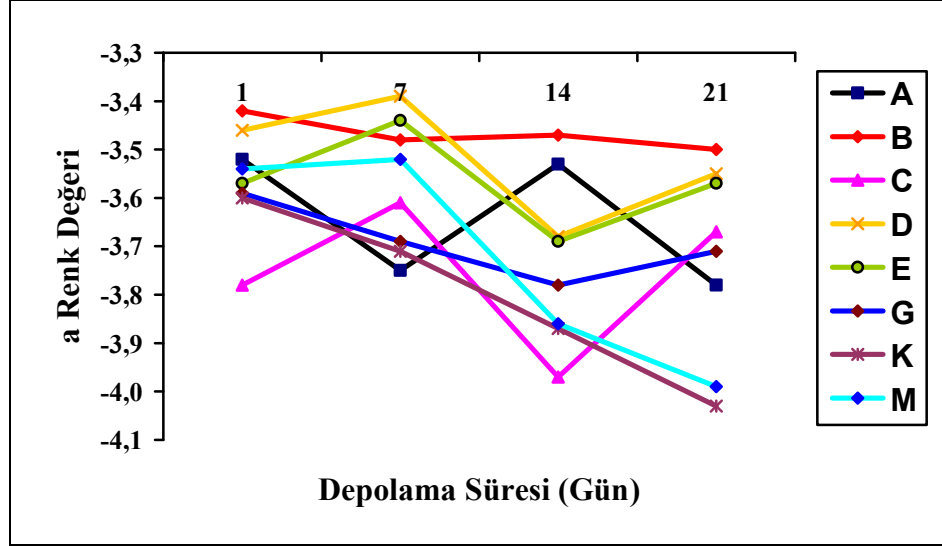
4.2.4.b. a Renk değeri

a renk değeri pozitif ve negatif değerlerle ifade edilmekte ve pozitif değerler kırmızı, negatif değerler ise yeşil rengi belirtmektedir.

Deneme yoğurt örneklerine ait ortalama a renk değerleri Çizelge 4.14'te verilmiştir. Depolamanın 1. gününe ait en düşük a değeri -3,78 ile jelatin katkılı C örneğinde, en yükseği ise -3,42 ile Na-kazeinat katkılı B örneğinde tespit edilmiştir. Depolamanın 21. gününde en düşük a değeri -4,03 ile LBG katkılı K örneğinde, en yüksek a değeri -3,50 ile B örneğinde belirlenmiştir. Depolama periyodu boyunca en düşük a değeri -4,03 ile depolamanın 21. gününde K örneğinde, en yüksek değer ise -3,39 ile depolamanın 14. gününde karragenan katkılı D örneğinde tespit edilmiştir. Depolama periyotlarına ait ortalama a değerleri -3,56 (1. gün), -3,57 (7. gün), -3,73 (14. gün), -3,72 (21. gün) olarak belirlenmiştir.

Deneme yoğurt örneklerine ait a renk değerlerinin depolama süresi boyunca değişimini gösteren Şekil 4.11 incelendiğinde bu değerlerin 21. güne kadar düzensiz bir seyir izlediği

ve 21. günde C örneği hariç diğer bütün örneklerde 1. gün değerlerinin altına düştüğü görülmüştür.



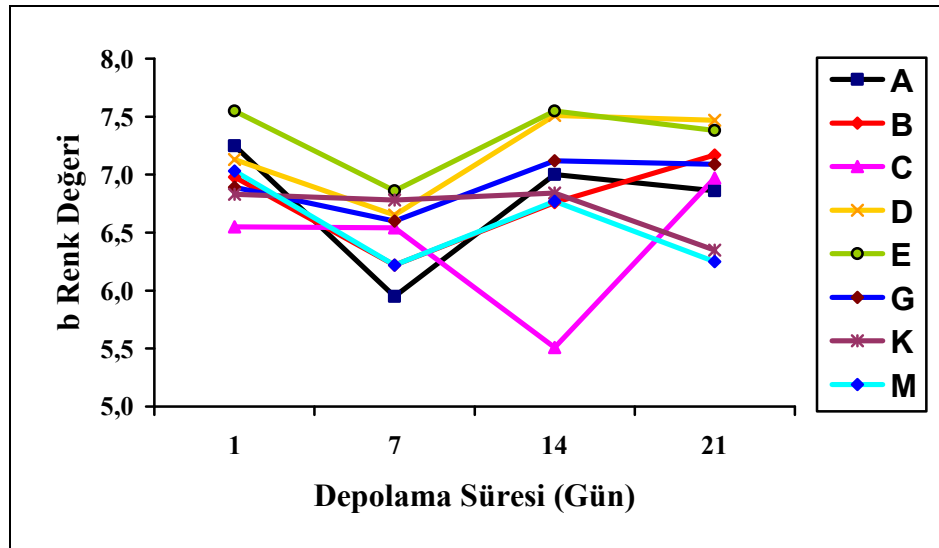
Şekil 4.11. Deneme yoğurt örneklerine ait a renk değerlerinin depolama süresi boyunca değişimi

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.9) stabilizatör madde çeşidinin ve depolama süresinin deneme yoğurt örneklerinin a renk değerleri üzerine etkisi $p < 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma sonucunda ise (Çizelge 4.10) en düşük a değeri K örneğinde, en yüksek değer B örneğinde tespit edilmiş olup örneklerin hepsinin birbirinden önemli derecede farklı olduğu görülmüştür. Depolama periyotlarına göre 1. ve 7. günler kendi aralarında 14. ve 21. günler de kendi aralarında benzer çıkmıştır. Bu ikişer hafta birbirlerinden farklı bulunmuştur. a renk değerlerindeki bu farklılıkların kullanılan stabilizatör maddenin rengine, kullanılan konsantrasyona ve depolama periyodu boyunca STK değerlerinin artmasına bağlı olarak yeşilimsi rengin artmasına bağlı olduğu düşünülmektedir.

4.2.4.c. b Renk değeri

b renk değeri pozitif ve negatif değerlerle ifade edilir ve pozitiflik sarı rengi negatiflik ise mavi renk değişimini göstermektedir.

Deneme yoğurt örneklerine ait ortalama b renk değerleri Çizelge 4.14'te verilmiştir. Depolamanın 1. gününe ait en düşük b değeri 6,55 ile jelatin katkılı C örneğinde, en yükseği ise 7,55 ile ksantan gam katkılı E örneğinde tespit edilmiştir. Depolamanın 21. gününde en düşük b değeri 6,25 ile mısır nişastası katkılı M örneğinde, en yüksek b değeri 7,47 ile karragenan katkılı D örneğinde belirlenmiştir. Depolama periyodu boyunca en düşük b değeri 5,51 ile depolamanın 14. gününde jelatin katkılı C örneğinde, en yüksek değer ise 7,55 ile depolamanın 1. gününde ksantan gam katkılı E örneğinde tespit edilmiştir. Depolama periyotlarına ait ortalama b değerleri 7,02 (1. gün), 6,47 (7. gün), 6,88 (14. gün), 6,94 (21. gün) olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.12. Deneme yoğurt örneklerine ait b renk değerlerinin depolama süresi boyunca değişimi

Deneme yoğurt örneklerine ait b değerlerinin depolama süresi boyunca değişimini gösteren Şekil 4.12 incelendiğinde bu değerlerin bütün örneklerde bir önceki depolama periyoduna göre 7. günde azaldığı B ve C örnekleri hariç 14. günde arttığı ve 21. günde

tekrar azaldığı görülmüştür. Sert *et al.* (2010) yoğurt örneklerinde dört haftalık depolama periyodu boyunca genel olarak b değerinin azaldığını ifade etmişlerdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.9) stabilizatör madde çeşidi ve depolama süresinin deneme yoğurt örneklerinin b değerleri üzerine etkisi $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Örnekler arasındaki farklılıkları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.10) en düşük b değeri C örneğinde, en yüksek ise E örneğinde tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak bütün örneklerin ve depolama periyotlarının birbirinden önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir. b değerlerindeki farklılıkların kullanılan stabilizatör maddenin rengine, kullanılan konsantrasyona ve depolama periyodu boyunca gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonlara bağlı olduğu düşünülmektedir.

4.3. Deneme Yoğurt Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Deneme yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik özelliklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'te, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları, Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.15. Deneme yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik özelliklerine ait varyans analizi sonuçları (F Değerleri)

Varyasyon Kaynağı	SD	<i>Streptococcus thermophilus</i> sayısı (log kob/g)	<i>Lactobacillus delbrucckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayısı (log kob/g)
Yoğurt Örneği	7	114,72 ^{**}	8,33 ^{**}
Depolama Süresi	3	40,52 ^{**}	90,49 ^{**}
Hata	32		
Genel	63		

** : $p<0.01$, * : $p<0.05$

Çizelge 4.16. Deneme yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		<i>Streptococcus thermophilus</i> sayısı (log kob/g)	<i>Lactobacillus delbrucckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayısı (log kob/g)
Yoğurt Örnekleri	A	7,77 ^a	7,01 ^c
	B	7,38 ^c	6,98 ^c
	C	7,52 ^{bc}	7,14 ^{bc}
	D	7,66 ^{ab}	7,28 ^{ab}
	E	7,11 ^d	7,41 ^a
	G	7,47 ^c	7,27 ^{ab}
	K	7,72 ^a	7,12 ^{bc}
	M	6,06 ^e	7,39 ^a
Depolama Süresi (Gün)	1	6,99 ^c	6,63 ^c
	7	7,45 ^{ab}	7,33 ^b
	14	7,52 ^a	7,48 ^a
	21	7,38 ^b	7,35 ^b

* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

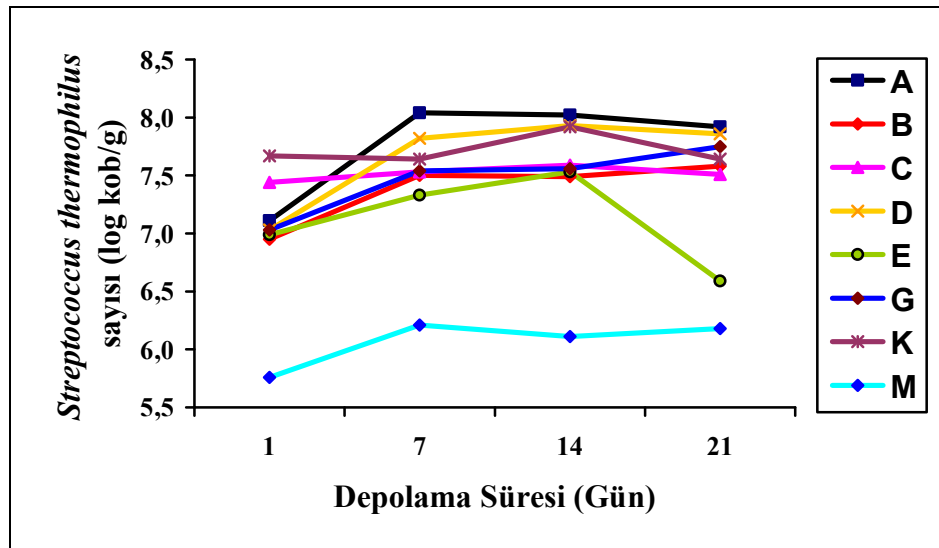
4.3.1. *Streptococcus thermophilus* sayısı

Deneme yoğurt örneklerinin *Streptococcus thermophilus* sayılarına ait ortalama değerler Çizelge 4.17’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en düşük *Streptococcus thermophilus* sayısı (5,76log kob/g), depolamanın 1. gününde mısır nişastasası katılarak üretilen M örneğinde, en yüksek *Streptococcus thermophilus* sayısı da (8,04 log kob/g) depolamanın 7. gününde kontrol grubu yoğurt örneklerinde tespit edilmiştir. Depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerine ait ortalama *Streptococcus thermophilus* değerleri sırasıyla 6,99 log kob/g, 7,45 log kob/g, 7,52 log kob/g, 7,38 log kob/g olarak belirlenmiştir. Belirlenen sonuçların Supavititpatana (2008) tarafından rapor edilen değerlerden düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.17. Deneme yoğurt örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g)

Örnek Kodu	Depolama Periyodu (gün)	<i>Streptococcus thermophilus</i> sayısı	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayısı
A	1	7,11	6,38
	7	8,04	7,27
	14	8,02	7,40
	21	7,92	6,99
	Ortalama	7,37	7,01
B	1	6,95	6,06
	7	7,50	7,12
	14	7,49	7,25
	21	7,58	7,49
	Ortalama	7,38	6,98
C	1	7,44	6,72
	7	7,53	6,84
	14	7,59	7,42
	21	7,51	7,57
	Ortalama	7,52	7,14
D	1	7,03	6,79
	7	7,82	7,35
	14	7,93	7,59
	21	7,86	7,42
	Ortalama	7,66	7,28
E	1	6,99	6,78
	7	7,33	7,54
	14	7,53	7,66
	21	6,59	7,68
	Ortalama	7,11	7,41
G	1	7,03	6,69
	7	7,54	7,36
	14	7,56	7,47
	21	7,75	7,56
	Ortalama	7,47	7,27
K	1	7,67	7,01
	7	7,64	7,41
	14	7,92	7,38
	21	7,64	6,67
	Ortalama	7,72	7,12
M	1	5,76	6,62
	7	6,21	7,78
	14	6,11	7,72
	21	6,18	7,46
	Ortalama	6,06	7,39
Ortalama		7,33	7,20
En düşük		5,76	6,06
En yüksek		8,04	7,78

Deneme yoğurt örneklerine ait *Streptococcus thermophilus* sayılarının depolama süresi boyunca değişimini gösteren Şekil 4.13 incelendiğinde genel olarak bu değerlerin depolamanın 7. veya 14. günlerinde en yüksek değerlere ulaştığı, 14. güne oranla 21. günde azaldığı ve M örneğinde depolamanın 21. gününe kadar diğer örneklerden düşük seviyede kaldığı görülmüştür. Depolamanın sonuna doğru *S. thermophilus* sayılarındaki azalmanın asitlik gelişimine bağlı olarak pH değerlerinin düşmesinden, en düşük *S. thermophilus* sayısının M örneğinde tespit edilmesinin ise, M örneğinde kullanılan mısır nişastası konsantrasyonunun yüksekliğine bağlı olarak ortamın su aktivitesininin *S. thermophilus*'un gelişebilmesi için gerekli optimum su aktivitesi değerlerinin altına düşmüş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.13. Deneme yoğurt örneklerine ait *Streptococcus thermophilus* sayılarının depolama süresi boyunca değişimi

Korkmaz (2005), Erkaya (2009) bütün yoğurt örneklerinde *S. thermophilus* koloni sayısının depolamanın 7. gününe kadar arttığını ve daha sonra azaldığını, Karagözlü (1997) depolama periyodu boyunca yoğurt örneklerinin tamamında *Streptococcus thermophilus* sayısında azalma olduğunu ifade etmiştir.

Yoğurt örneklerinin *Streptococcus thermophilus* sayılarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi,

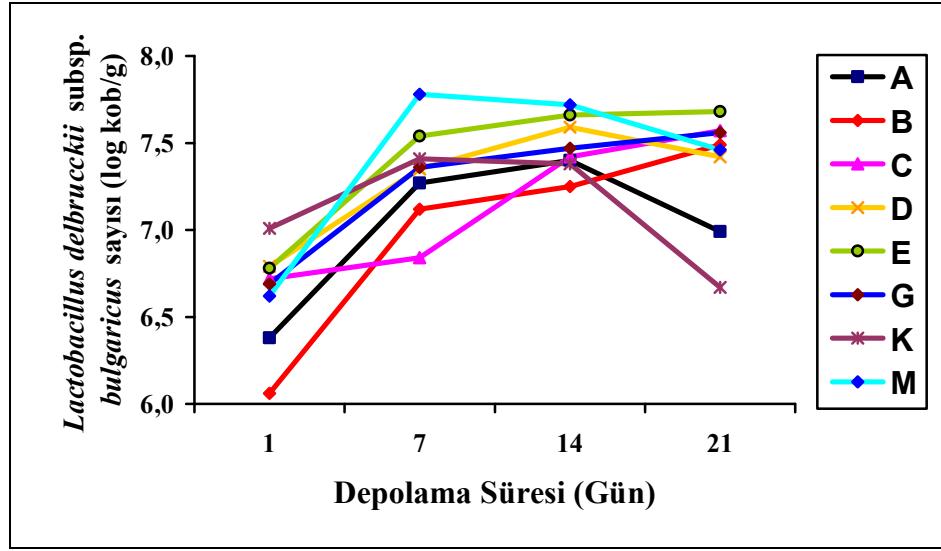
stabilizatör madde çeşidi ve depolama periyodu *Streptococcus thermophilus* sayısı üzerinde $p < 0,01$ düzeyinde etkili olmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma testine göre (Çizelge 4.16), en yüksek *Streptococcus thermophilus* sayısı A örneğinde (Kontrol grubu), en düşüğü ise M örneğinde tespit edilmiştir. A ile K ve B ile G örneklerinin kendi aralarında benzer diğer örneklerin ise kendi aralarında ve bu grup örneklerden önemli derecede farklı oldukları belirlenmiştir.

Depolama periyotlarına göre en düşük *Streptococcus thermophilus* sayısı 14. günde en yükseği 1. günde tespit edilmiştir. İstatistiki açıdan dört depolama periyodunda birbirinden farklı olduğu görülmüştür.

4.3.2. *Lactobacillus delbrucckii* subsp. *bulgaricus* sayısı

Deneme yoğurt örneklerinin *Lactobacillus delbrucckii* subsp. *bulgaricus* sayılarına ait ortalama değerler Çizelge 4.17'de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en düşük *Lactobacillus delbrucckii* subsp. *bulgaricus* sayısı (6,06 log kob/g), depolamanın 1. gününde Na-kazeinat katılarak üretilen B örneğinde, en yüksek *Lactobacillus delbrucckii* subsp. *bulgaricus* sayısı da (7,78 log kob/g) depolamanın 7. gününde mısır nişastasası katılarak üretilen M örneğinde tespit edilmiştir. Depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerine ait ortalama *Lactobacillus delbrucckii* subsp. *bulgaricus* değerleri sırasıyla 6,63 log kob/g, 7,33 log kob/g, 7,48 log kob/g, 7,35 log kob/g olarak belirlenmiştir.

Deneme yoğurt örneklerine ait *Lactobacillus delbrucckii* subsp. *bulgaricus* sayılarında depolama süresi boyunca meydana gelen değişimin incelenebilmesi için Şekil 4.14 düzenlenmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi 7. günde bütün örneklerin *Lactobacillus delbrucckii* subsp. *bulgaricus* sayıları artmış, bu artış B, C, E ve G örneklerinde 21. güne kadar devam ederek birbirine benzer bir seyir göstermiştir. Diğer örneklerde 21. günde 14. güne oranla azalma olmuştur.



Şekil 4.14. Deneme yoğurt örneklerine ait *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının depolama süresi boyunca değişimi

Korkmaz (2005), depolama süresince yoğurt örneklerinin *L. Bulgaricus* koloni sayılarının sürekli olarak azaldığını, Karagözlü (1997), Erkaya (2009) ise muhafazanın 7. gününe kadar arttığını ve daha sonra ise giderek azaldığını bildirmişlerdir.

Yoğurt örneklerinin *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, stabilizatör madde çeşidi ve depolama periyodu *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları üzerinde $p < 0,01$ düzeyinde etkili olmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma testine göre (Çizelge 4.16), en yüksek *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı E örneğinde, en düşüğü ise B örneğinde tespit edilmiştir. M ile E, A ile B, D ile G ve C ile K örneklerinin kendi aralarında benzer bu grup örneklerin birbirinden önemli derecede farklı oldukları belirlenmiştir. Depolama periyotlarına göre, en düşük *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı 1. günde en yükseği 14. günde tespit edilmiş olup bu iki haftanın birbirinden önemli derecede farklı, 7 ve 21. günlerin ise kendi aralarında benzer diğer günlerden farklı oldukları tespit edilmiştir.

4.4. Deneme Yoğurt Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları

Deneme yoğurt örneklerinin duyusal analiz değerlerine uygulanan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18’de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.18. Deneme yoğurt örneklerinin duyusal özelliklerine ait varyans analiz sonuçları (F Değerleri)

Varyasyon Kaynağı	SD	Koku Puanı	Görünüş Puanı	Kıvam Puanı	Tat Puanı	Genel Kabul Edilebilirlik Puanı
Yoğurt Örneği	7	1,18	5,61 ^{**}	7,51 ^{**}	2,45 [*]	4,26 ^{**}
Depolama Süresi	3	0,12	0,56	0,96	0,26	0,67
Hata	32					
Genel	63					

** : p<0.01, * : p<0.05

Çizelge 4.19. Deneme yoğurt örneklerinin duyusal özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

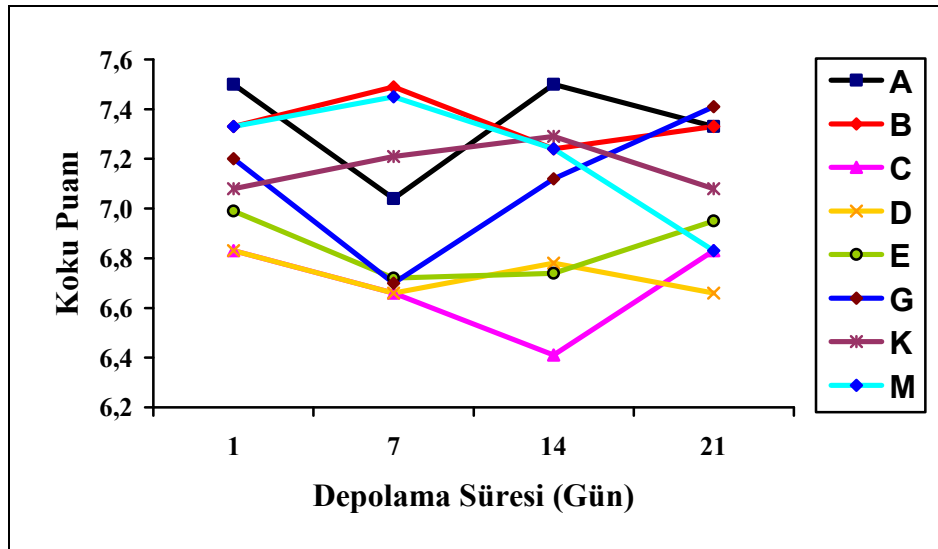
		Koku Puanı	Görünüş Puanı	Kıvam Puanı	Tat Puanı	Genel Kabul Edilebilirlik Puanı
Yoğurt Örnekleri	A	7,34	7,50 ^a	7,43 ^a	7,15 ^a	7,31 ^a
	B	7,35	7,40 ^a	7,21 ^a	6,91 ^{ab}	7,19 ^a
	C	6,68	6,46 ^{bc}	5,96 ^{bc}	6,34 ^{abc}	6,22 ^{bc}
	D	6,73	6,49 ^{bc}	6,42 ^{bc}	6,25 ^{bc}	6,57 ^{abc}
	E	6,85	5,77 ^c	5,75 ^c	5,87 ^c	5,89 ^c
	G	7,11	6,92 ^{ab}	6,54 ^b	6,81 ^{ab}	6,84 ^{ab}
	K	7,16	7,16 ^{ab}	6,49 ^b	6,78 ^{ab}	6,75 ^{ab}
	M	7,21	7,35 ^a	7,29 ^a	6,53 ^{abc}	6,94 ^{ab}
Depolama Süresi (Gün)	1	7,13	6,87	6,62	6,66	6,90
	7	6,99	6,76	6,50	6,62	6,66
	14	7,04	6,83	6,56	6,60	6,59
	21	7,05	7,07	6,86	6,44	6,70

* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

4.4.1. Koku

Deneme yoğurt örneklerine ait koku puanları Çizelge 4.20’de görülmektedir. Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi en yüksek koku puanı (7,50) depolama periyodunun 1. ve 14 günlerinde A (kontrol grubu) örneğinde tespit edilmiştir. En düşük koku puanı (6,41) ise 14. günde C örneğine aittir. Depolamanın tüm dönemlerine ait ortalama değerler dikkate alındığında en düşük koku puanı (6,68) C örneğinde, en yüksek ortalama koku puanı da (7,35) B örneğinde belirlenmiştir.

Bayram (1987) tarafından %0,2, %0,4, ve %0,6 oranlarında jelatin katılarak üretilen yoğurt örnekleri 5 üzerinden 4 ile 4,5 arasında koku puanları almış örneklerin koku puanları arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olmadığı ifade edilmiştir. Akçaba (1989) tarafından yapılan çalışmada %0,3 jelatin katılı yoğurt örnekleri 1. 7. ve 14. günlerde sırasıyla (5 üzerinden) 4,1, 4,0 ve 3,9 koku puanları almış ve jelatin ilavesinin koku parametresi üzerinde olumsuz etki yapmadığı buna karşın Na-kazeinat ilavesinin (%1, %1,5 ve %2 oranlarında) kontrol örneğine göre koku üzerinde olumsuz etkide bulunduğu ifade edilmiştir.



Şekil 4.15. Deneme yoğurt örneklerine ait koku puanlarının depolama süresi boyunca değişimi

Çizelge 4.20. Deneme yoğurt örneklerine ait duyuşal analiz sonuçları

Örnek Kodu	Depolama Periyodu (gün)	Koku	Görünüş	Kıvam	Tat	Genel Kabul Edilebilirlik	Toplam
A	1	7,50	7,58	6,99	6,79	7,37	36,23
	7	7,04	7,45	7,49	7,20	7,08	36,26
	14	7,50	7,91	7,79	7,45	7,45	38,10
	21	7,33	7,08	7,45	7,16	7,33	36,35
	Ortalama	7,34	7,50	7,43	7,15	7,31	36,73
B	1	7,33	6,99	6,87	6,37	6,79	34,35
	7	7,49	7,45	7,37	6,87	7,37	36,55
	14	7,24	7,49	7,33	7,20	7,20	36,46
	21	7,33	7,66	7,29	7,20	7,41	36,89
	Ortalama	7,35	7,40	7,21	6,91	7,19	36,06
C	1	6,83	6,16	5,79	6,33	6,37	31,48
	7	6,66	6,40	5,37	6,33	5,83	30,59
	14	6,41	6,41	5,83	6,87	6,37	31,89
	21	6,83	6,87	6,87	5,83	6,33	32,73
	Ortalama	6,68	6,46	5,96	6,34	6,22	31,66
D	1	6,83	6,41	6,78	6,70	7,04	33,76
	7	6,66	6,06	5,99	6,29	6,37	31,37
	14	6,78	6,62	6,41	5,74	6,16	31,71
	21	6,66	6,87	6,49	6,28	6,70	33,00
	Ortalama	6,73	6,49	6,42	6,25	6,57	32,46
E	1	6,99	5,95	5,83	6,12	6,24	31,13
	7	6,72	5,65	5,24	5,80	5,78	29,19
	14	6,74	5,08	5,58	5,99	5,74	29,13
	21	6,95	6,41	6,37	5,58	5,79	31,10
	Ortalama	6,85	5,77	5,75	5,87	5,89	30,13
G	1	7,20	6,79	6,41	6,74	6,66	33,80
	7	6,70	6,53	6,29	6,95	6,91	33,38
	14	7,12	6,83	6,16	6,29	6,37	32,77
	21	7,41	7,53	7,29	7,25	7,41	36,89
	Ortalama	7,11	6,92	6,54	6,81	6,84	34,22
K	1	7,08	7,41	6,91	6,99	7,16	35,55
	7	7,21	6,91	6,56	6,73	6,79	34,20
	14	7,29	6,74	5,91	6,74	6,58	33,26
	21	7,08	7,58	6,58	6,66	6,49	34,39
	Ortalama	7,16	7,16	6,49	6,78	6,75	34,34
M	1	7,33	7,66	7,41	7,25	7,58	37,23
	7	7,45	7,62	7,74	6,83	7,20	36,84
	14	7,24	7,54	7,45	6,49	6,83	35,55
	21	6,83	6,58	6,58	5,58	6,16	31,73
	Ortalama	7,21	7,35	7,29	6,53	6,94	35,32
Ortalama		7,05	6,88	6,64	6,58	6,71	33,86
En düşük		6,41	5,08	5,24	5,58	5,74	29,13
En yüksek		7,50	7,91	7,79	7,45	7,58	38,01

Depolama periyodu süresince deneme yoğurtların koku puanlarında meydana gelen değişim şekil 4.15'te verilmiştir. Şeklin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi yoğurt örneklerinin koku puanları depolama periyodu süresince düzensiz bir seyir göstermiştir.

Stabilizatör madde ilavesinin ve depolama periyodunun deneme yoğurtların koku özellikleri üzerine etkisini tespit etmek amacıyla yapılan varyans analiz sonuçlarına (Çizelge 4.18) göre her iki parametrenin de koku üzerine önemli derecede ($p>0,05$) etkili olmadığı görülmüştür. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına (Çizelge 4.19) göre de koku değerleri bakımından örnek çeşidi ve depolama periyotları arasında herhangi bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

4.4.2. Görünüş

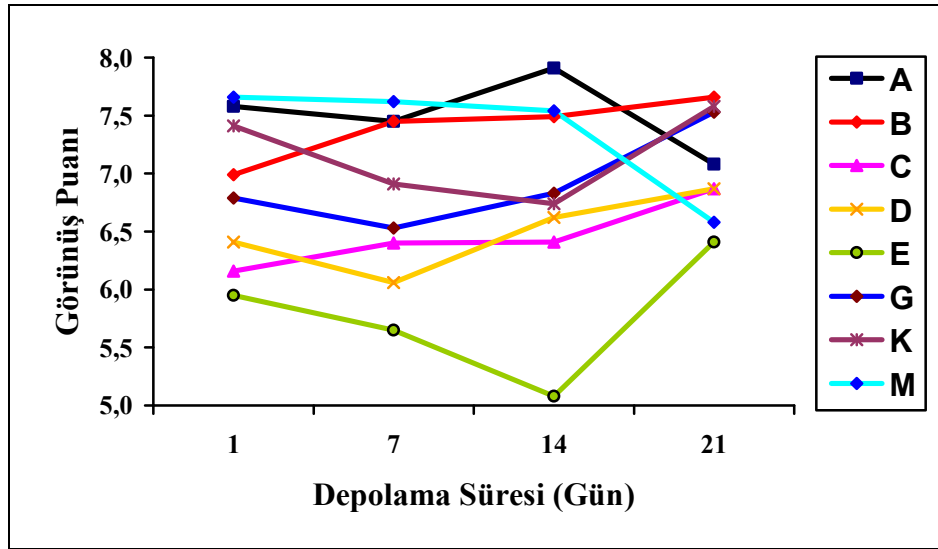
Deneme yoğurt örneklerine ait görünüş puanları Çizelge 4.20'de verilmiştir. En düşük görünüş puanı (5,08) depolama periyodunun 14. gününde, E örneğinde, en yüksek görünüş puanı (7,91) ise depolama periyodunun 14. gününde A örneğinde belirlenmiştir. Depolama periyotlarının ortalama değerlerine göre, en düşük görünüş puanı (5,77) yine E örneğine, en yüksek görünüş puanı ise (7,50) A örneğine aittir.

Akçaba (1989) tarafından yapılan çalışmada, %0,3 jelatin katkılı yoğurt örneklerinin 1. 7. ve 14. günlerde sırasıyla (5 üzerinden) 4,8, 4,4 ve 4,4 görünüş puanları aldığı ve kontrol örneğinin depolama periyodu süresince Na-kazeinat katkılı (%1, %1,5 ve %2 oranlarında) örneklerden daha yüksek görünüş puanları aldığı rapor edilmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmede kontrol örneği ile jelatin ve Na-kazeinat katkılı (%1, oranında) örneklerin görünüş değerleri arasındaki farklılığın, depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde önemsiz olduğu belirtilmiştir.

Bayram (1987) %0,2, %0,4, ve %0,6 oranlarında jelatin kullanarak ürettiği yoğurt örneklerinde, %0,4'ten başlayarak artan konsantrasyonların yoğurtların görünüş puanlarını artırdığı ifade etmiştir. Güven (1998) stabilizatör maddelerle yaptığı çalışmasında, jelatin ve lesitin katkılı yoğurtların üst yüzeylerinde görülen sarımsı

lekelerin bu yoğurtlara verilen renk ve görünüş puanlarını düşürdüğünü belirtmiştir. Alakali *et al.* (2008) termize edilmiş yoğurtların çeşitli kalite nitelikleri üzerine stabilizatör maddelerin etkisini araştırdığı çalışmasında jelatin ve mısır nişastası katkılı yoğurt örneklerine ait görünüş puanlarının stabilizatör madde kullanılmadan üretilen kontrol grubu örneklerinkine göre daha düşük olduğunu bildirmiştir.

Deneme yoğurt örneklerine ait görünüş puanlarında depolama süresi boyunca meydana gelen değişimin daha iyi incelenebilmesi için Şekil 4.15 düzenlenmiştir. Şeklin incelenmesinden görüldüğü gibi yoğurt örneklerine ait görünüş puanları depolama periyodu boyunca düzensiz bir değişim göstermiş, A ve M örnekleri hariç diğer örneklerde depolamanın 21. günü 1. gününe oranla daha yüksek görünüş puanları elde edilmiştir.



Şekil 4.16. Deneme yoğurt örneklerine ait görünüş puanlarının depolama süresi boyunca değişimi

Görünüş puanlarına uygulanan varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.18), yoğurt örneklerinin görünüş puanları istatistiksel olarak $p < 0,01$ düzeyinde farklı bulunmuş, depolama süresinin etkisi ise önemsiz çıkmıştır.

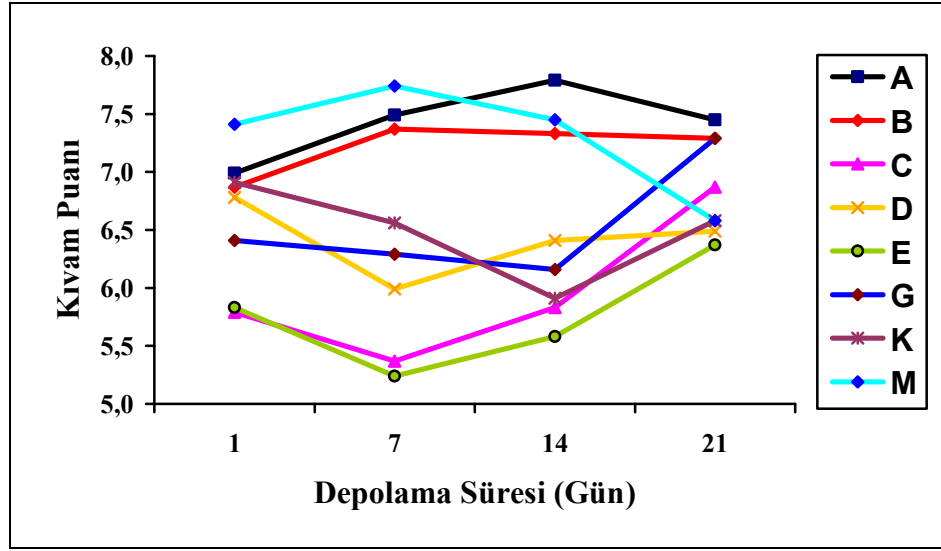
Farklılığın hangi örnekten kaynaklandığını tespit etmek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucunda (Çizelge 4.19) en yüksek görünüş puanını alan A örneğinin (7,50) B ve M örnekleri ile benzer diğer örneklerden farklı olduğu tespit edilmiştir. K ile G ve C ile D örneklerinin kendi aralarında benzer, en düşük puan alan E örneğinin diğer örneklerden farklı olduğu görülmüştür.

4.4.3. Kıvam

Deneme yoğurt örneklerine ait kıvam puanları Çizelge 4.20'de görülmektedir. En düşük kıvam puanı (5,24), depolama süresinin 7. gününde E örneğinde, en yükseği (7,79) ise depolamanın 14. gününde A örneğinde tespit edilmiştir. Depolama sürelerine ait ortalama değerlere göre, en düşük kıvam puanı (5,75), E örneğine, en yüksek kıvam puanı (7,43) ise A örneğine aittir.

Akçaba (1989) tarafından yapılan çalışmada %0,3 jelatin katkılı yoğurt örneklerinin depolamanın 1. 7. ve 14. günlerinde sırasıyla (10 üzerinden) 9,5, 9,2 ve 9,1 kıvam puanları aldığı ve jelatin katkılı yoğurt örneklerinin kontrol örneğine göre daha yüksek kıvam değerlerine sahip olduğu ifade edilmiştir. Na-kazeinat katkılı (%1, %1,5 ve %2 oranlarında) örneklerden %1 katkılı örneğin kontrol örneğine yakın diğerlerinin ise daha düşük puanlar aldığı, Na-kazeinat kullanımının depolama süresince giderek azalan bir tüketici beğenisine yol açtığı bildirilmiştir.

Bayram (1987) %0,2, %0,4 ve %0,6 oranlarında jelatin kullanarak ürettiği yoğurt örneklerinde artan konsantrasyonlara paralel olarak yoğurtların kıvam puanlarının da arttığını ifade etmiştir. Güven (1998) stabilizatör madde kullanımının yoğurtların kalite kriterleri üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında, jelatin katkılı (%0,5) yoğurt örneklerinin kıvam puanlarının kontrol grubundan yüksek, karragenan katkılı (%0,15) yoğurt örneklerinin kıvam puanlarının ise kontrol grubundan düşük olduğunu belirtmiştir.



Şekil 4.17. Deneme yoğurt örneklerine ait kıvam puanlarının depolama süresi boyunca değişimi

Depolama süresince, yoğurt örneklerinin kıvam puanlarına ait değişimin incelenebilmesi için Şekil 4.17 düzenlenmiştir. Şeklin incelenmesinden de görüleceği gibi deneme yoğurt örneklerine ait kıvam puanları depolama periyodu boyunca düzensiz bir değişim göstermiştir.

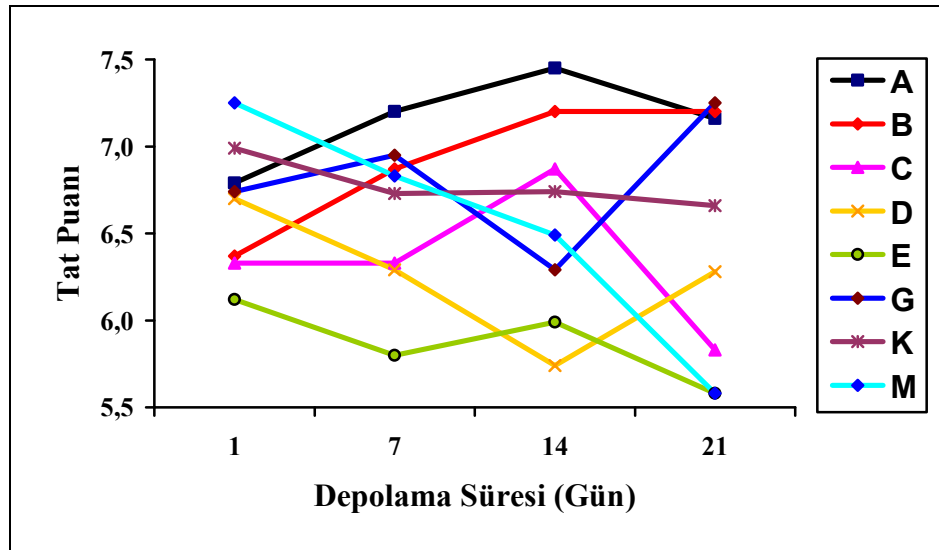
Bayram (1987) jelatin kullanarak ürettiği yoğurt örneklerinde kıvam puanlarının 5. günde arttığını, 10. günde ise azaldığını ifade etmiştir.

Deneme yoğurt örneklerinin kıvam puanlarına ait varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.18) stabilizatör madde çeşidi, kıvam puanları üzerinde önemli derecede ($p < 0,01$) etkili olmuş, depolama süresinin etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Depolama süresince en yüksek kıvam puanlarını alan A, B ve M örneklerinin kendi aralarında ve 2. sırada yer alan, G ve K örneklerinin de kendi aralarında benzer oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 4.19). E örneği en az beğenilen örnek olmuş, C ve D örneklerinin kendi aralarında benzer, E örneğinin ise diğer bütün örneklerden farklı olduğu belirlenmiştir.

4.4.4. Tat

Deneme yoğurt örneklerinin tat puanları Çizelge 4.20’de verilmiştir. Depolama süresince en düşük tat puanı (5,58) depolamanın 21. gününde ksantan gam katılarak üretilen E örneğinde ve mısır nişastası katılarak üretilen M örneğinde, en yüksek tat puanı ise (7,45) depolamanın 14. gününde A (kontrol) örneğinde tespit edilmiştir. Örneklerin ortalama tat puanları açısından en düşük puanı (5,87) E örneği, en yüksek puanıda (7,15) A örneği almıştır.

Akçaba (1989) tarafından yapılan çalışmada, %0,3 jelatin katkılı yoğurt örneklerinin depolamanın 1. 7. ve 14. günlerinde sırasıyla (10 üzerinden) 8,5, 8,3 ve 8,2 tat puanları aldığı, Na-kazeinat ilavesinin ise yoğurt tadı üzerinde olumsuz etki yaptığı ifade edilmiştir. Bayram (1987) tarafından yapılan çalışmada, jelatin katılarak (%0,2, %0,4, %0,6) üretilen yoğurt örneklerinin kontrol grubu örneklerden daha fazla tat puanları aldığı ve jelatinin artan konsantrasyonlarına paralel olarak tat puanları da arttığı, 10 günlük depolama periyodu boyunca tat puanlarında görülen farklılıkların istatistiki açıdan önemli olmadığı ifade edilmiştir.



Şekil 4.18. Deneme yoğurt örneklerine ait tat puanlarının depolama süresi boyunca değişimi

Deneme yoğurt örneklerine ait tat puanlarının depolama süresince değişimi gösteren Şekil 4.18'in incelenmesiyle de fark edileceği gibi deneme yoğurt örneklerine ait tat puanları depolama periyodu boyunca düzensiz bir değişim göstermiştir.

Deneme yoğurt örneklerinin tat puanlarına uygulanan varyans analizi sonucunda (Çizelge 4.18), stabilizatör madde ilave etmenin yoğurt örneklerine ait tat puanları üzerinde $p < 0,05$ düzeyinde etkili olduğu, depolama süresinin ise etkili olmadığı tespit edilmiştir.

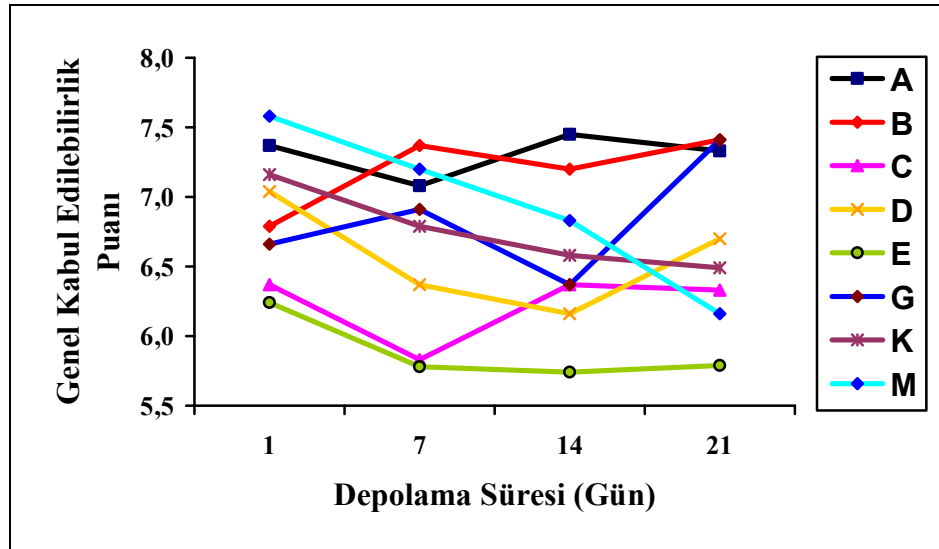
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.19) tat özelliği bakımından en fazla beğenilen örnek A örneği olmuş ve A örneğinin diğer örneklerden önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir. En az beğenilen örnek ise E örneği olmuş bunu D örneği takip etmiştir. D ve E örneklerinin birbirinden ve diğer örneklerden önemli derecede farklı, C ile M ve B, G, K örneklerinin kendi aralarında benzer, diğer örneklerden önemli derecede farklı oldukları tespit edilmiştir.

4.4.5. Genel kabul edilebilirlik

Deneme yoğurt örneklerine ait genel kabul edilebilirlik puanları Çizelge 4.20'de verilmiştir. En düşük genel kabul edilebilirlik puanı (5,74) depolamanın 14. gününde E örneğinde, en yükseği (7,58) ise depolamanın 1. gününde M örneğinde belirlenmiştir. Örneklerin depolama periyotlarına ait ortalama değerlerine göre, en düşük genel kabul edilebilirlik puanı (5,89) E örneğine, en yüksek genel kabul edilebilirlik puanı ise (7,31) A örneğine aittir.

Güven (1998) stabilizatör madde kullanımının yoğurtların kalite kriterleri üzerine etkisini araştırdığı çalışmada, karragenan katkılı yoğurtların renginin çok açık beyaz, yapısının peynirimsi olması, normal yoğurt tadı ve kokusunun hissedilmemesi nedeniyle çok düşük puanlar aldığını belirtmiştir. Atasever (2004) duyuşal değerlendirmelerinde jelatin içeren yoğurt numunelerinin daha çok beğenildiğini jelatin-

pektin karışımıyla hazırlanan yoğurt örneklerinin ise en yüksek puanları aldığını bildirmiştir.



Şekil 4.19. Deneme yoğurt örneklerine ait genel kabul edilebilirlik puanlarının depolama süresi boyunca değişimi

Deneme yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerlerinin daha iyi incelenebilmesi için Şekil 4.19 düzenlenmiştir. Deneme yoğurt örneklerine ait genel kabul edilebilirlik puanları depolama periyodu boyunca düzensiz bir değişim göstermiştir. G ve B örnekleri hariç depolamanın 21. gününde 1. gününe oranla daha düşük genel kabul edilebilirlik değerleri tespit edilmiştir.

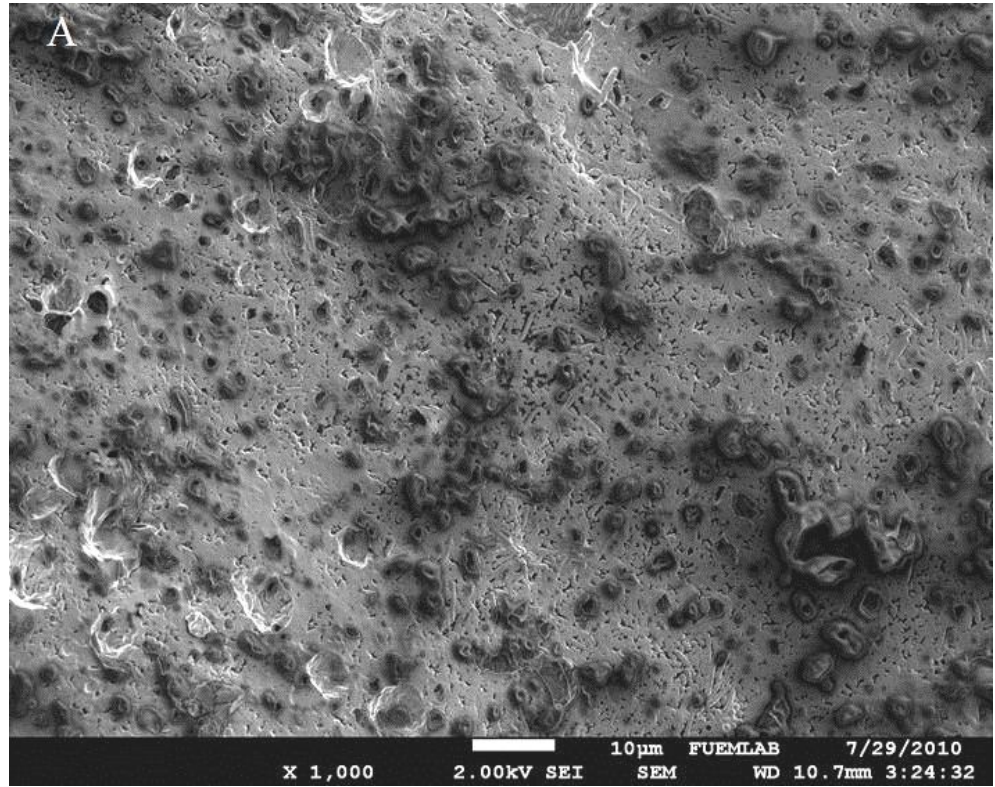
Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.18) yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları üzerine stabilizatör madde çeşidinin etkisi $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuş, depolama periyodunun etkisi ise önemsiz çıkmıştır. Farklılığın hangi örnekten kaynaklandığını tespit etmek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testine göre de (Çizelge 4.19) en yüksek genel kabul edilebilirlik puanını alan A ve B örnekleri, en düşük puanı alan E örneği olmuştur. E örneğini C ve D örnekleri takip etmiştir. G, K ve M örneklerinin benzer oldukları belirlenmiştir.

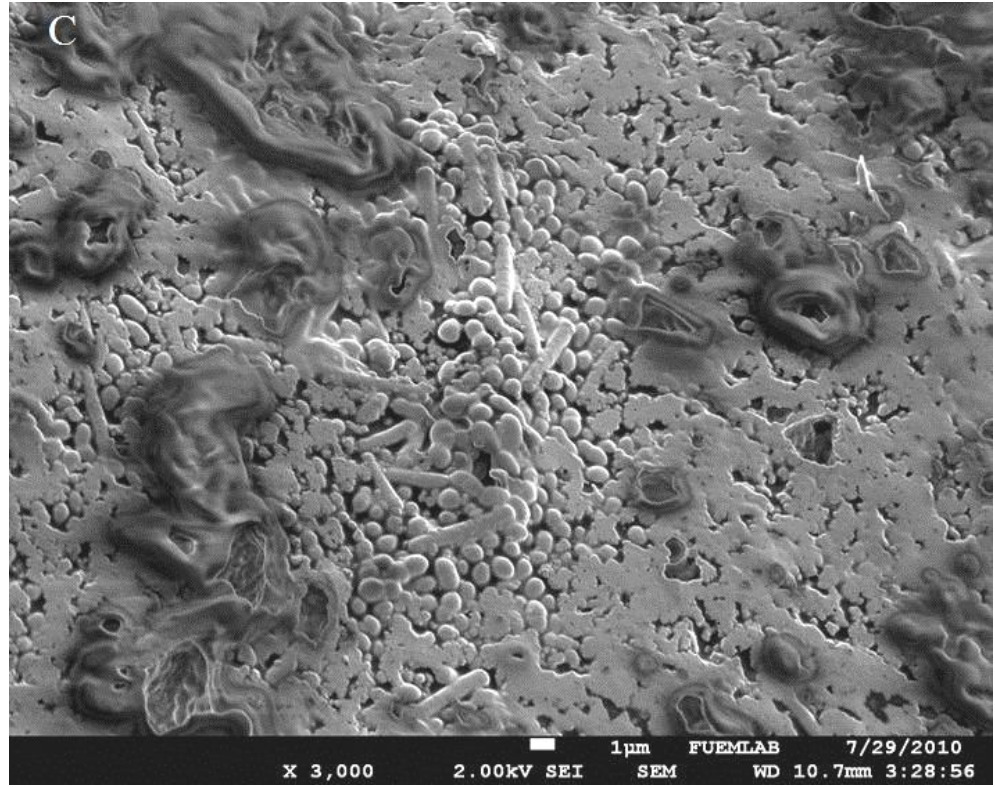
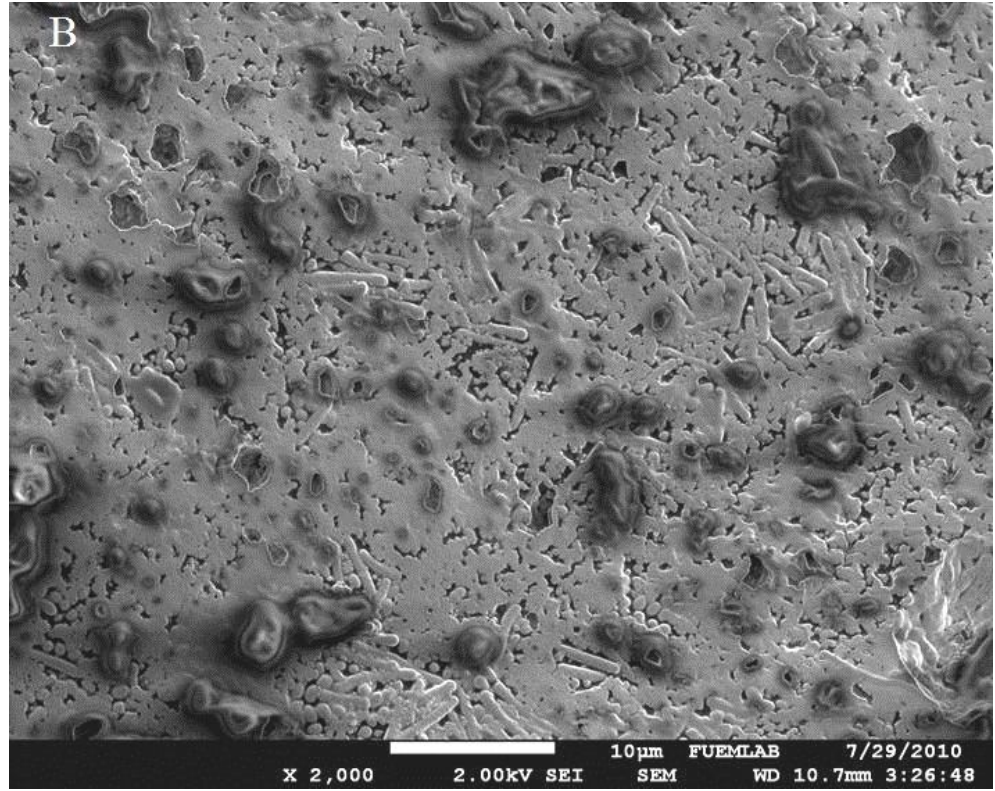
4.5. Deneme Yoğurt Örneklerinin Mikrostrüktür Analizi Sonuçları

Deneme yoğurt örneklerine ait mikrostrüktür analizleri depolamanın 21. gününde yapılmış ve herbir örneğe ait 1000 (A), 2000 (B), 3000 (C) kat büyütülmüş görüntüler üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır.

4.5.1. A Örneğine ait SEM görüntüleri

Stabilizatör madde katılmadan üretilen A örneğine (kontrol grubu) ait SEM görüntüleri Şekil 4.20 (A-B-C)'de verilmiştir.





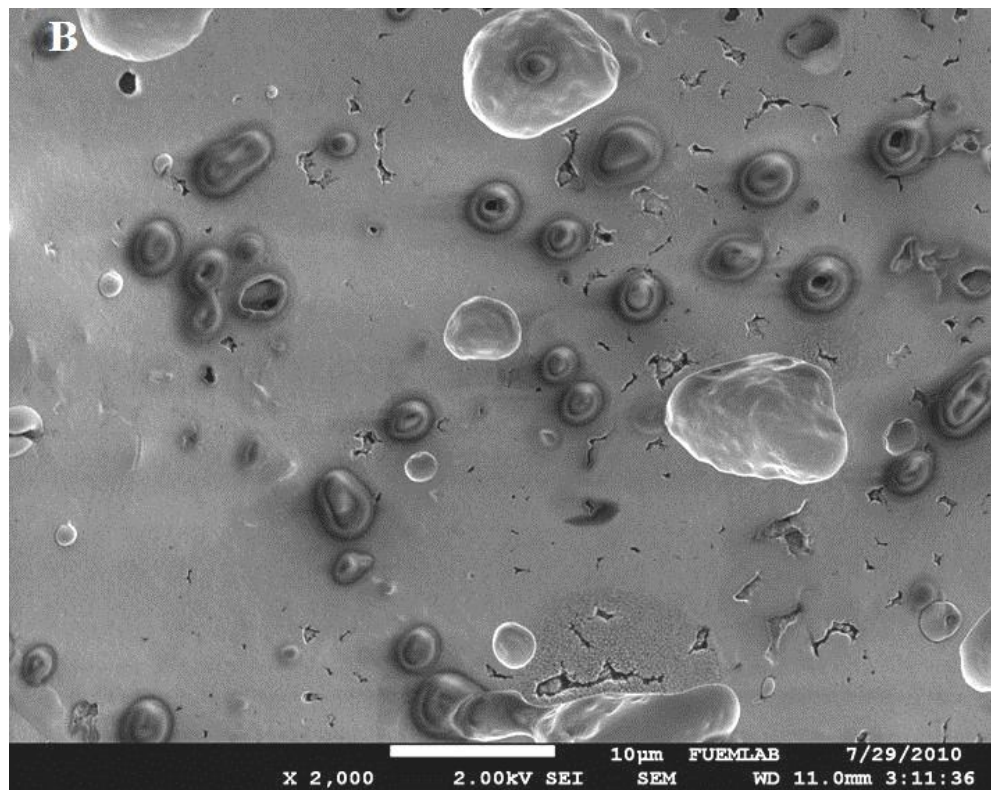
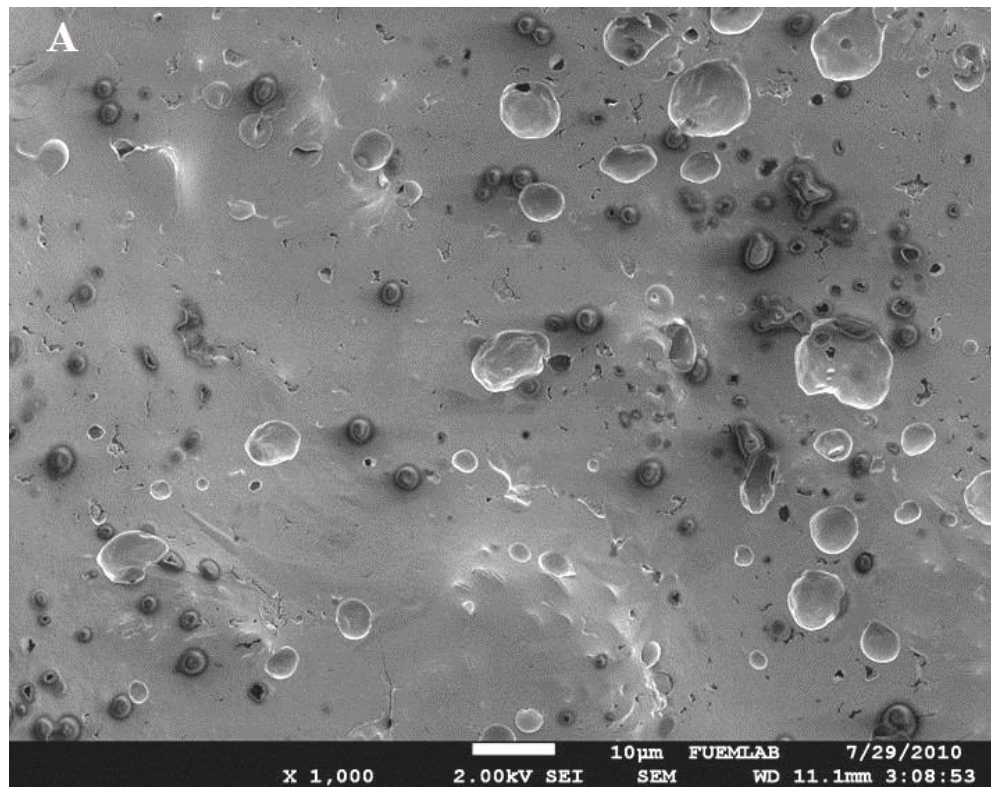
Şekil 4.20. A örneğine ait SEM görüntüleri (A-B-C)

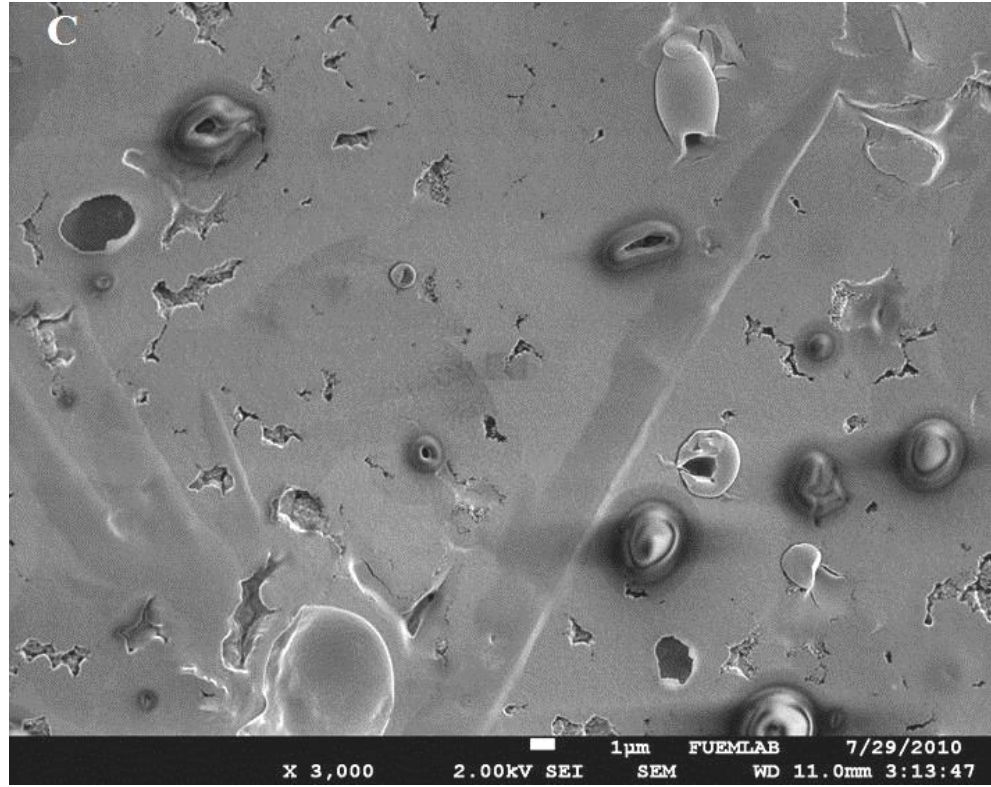
Yapılan mikrostrüktür analizi ile, A örneğinin, kazein misellerinin oluşturduğu homojen ağ yapısına sahip olduğu, *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* hücrelerinin jel ağının boşluklarında bulunduğu tespit edilmiştir. A örneğinde tespit edilen mikrostrüktür yapısının literatürde belirtilenlerle uyum içerisinde olduğu görülmüştür (Hess *et al.* 1997; Fiszman *et al.* 1999; Sanchez *et al.* 2000; Oh *et al.* 2007; Jaya 2009; Rascón-Díaz 2010).

Fiszman *et al.* (1999) normal yoğurt, %5 süt kurumaddesi, %1,5 jelatin, %1,5 jelatin ve %5 süt kurumaddesi ilave edilmiş yoğurt örneklerinin mikrostrüktür yapısını inceledikleri çalışmada %5 süt kurumaddesi ilave edilmiş yoğurt örneklerinin normal yoğurtlara göre daha ince fibril yapısına sahip olduğunu, gözeneklerin daha küçük ve gözenekliliğin daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Jaya (2009) vakum kurutma yöntemiyle hazırlanan yoğurt örneklerinin mikrostrüktür incelemelerinde, protein kümelerinin oluşturduğu misellerin zincir halinde gözükmediğini makroskopik granüller halinde gözükmediğini ifade etmiştir. Sanchez *et al.* (2000) asitli süt jellerinin mikrostrüktür yapısını tespit etmek için yaptığı mikroskopik çalışmalarda, kazein partiküllerinin yüzeyinde filamentli yapılar ve küçük agregatlar gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

4.5.2. B Örneğine ait SEM görüntüleri

B örneğine (%0,5 Na-Kazeinat katkılı) ait SEM görüntüleri Şekil 4.21 (A-B-C)'de verilmiştir. Mikroskopik çalışmalarla Na-Kazeinat katkılı yoğurt örneklerinin homojen bir mikrostrüktür yapısına sahip olduğu, kazein misellerinin oluşturduğu jel ağının kontrol grubuna göre daha yoğun olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçların Na-Kazeinat katkılı yoğurt örneklerinde tespit edilen bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarıyla da paralellik arz ettiği gözlenmiştir. B örneğinde tespit edilen mikrostrüktür yapısının literatürde belirtilenlerle uyum içerisinde olduğu görülmüştür.





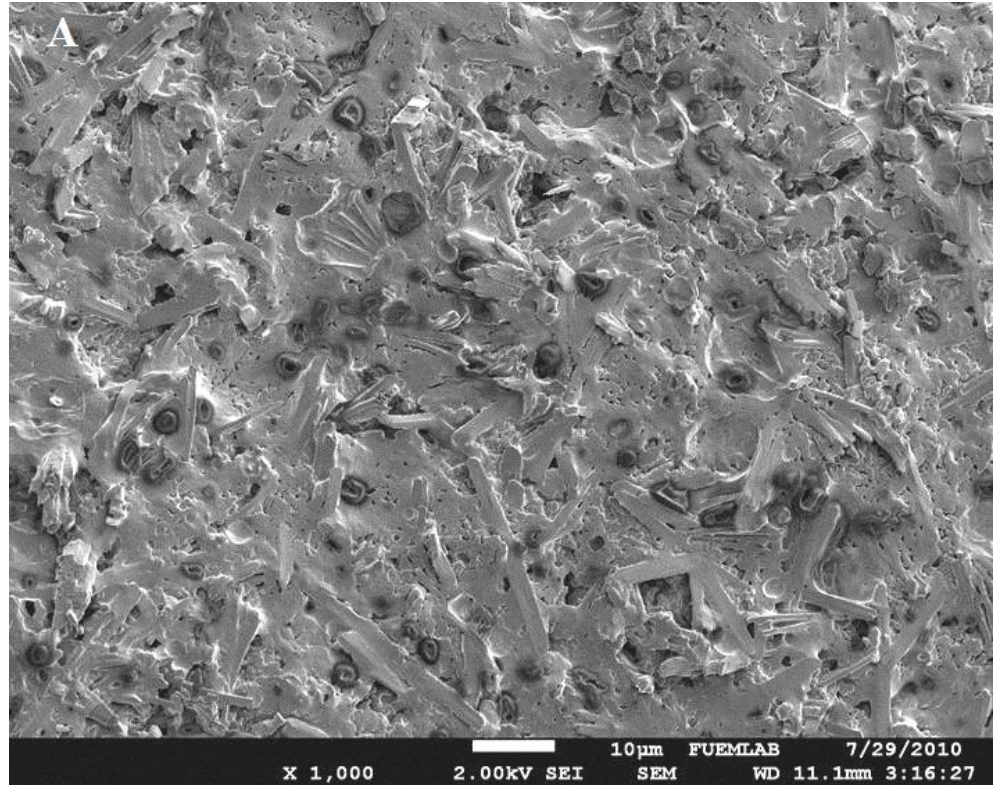
Şekil 4.21. B örneğine ait SEM görüntüleri (A-B-C)

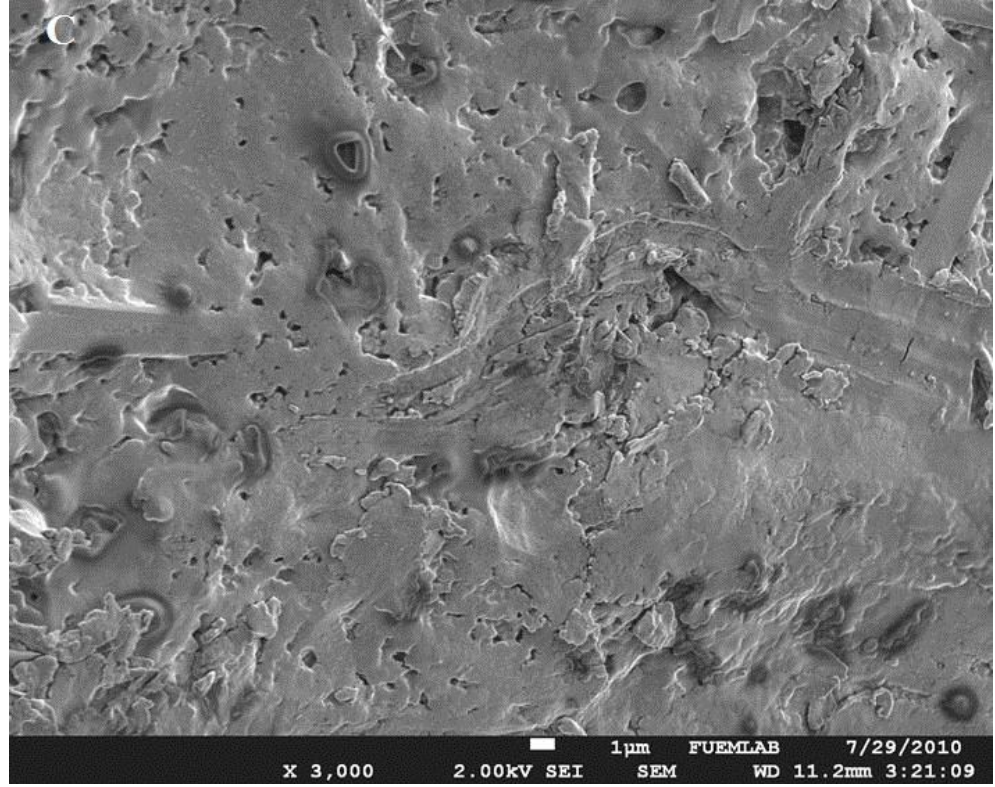
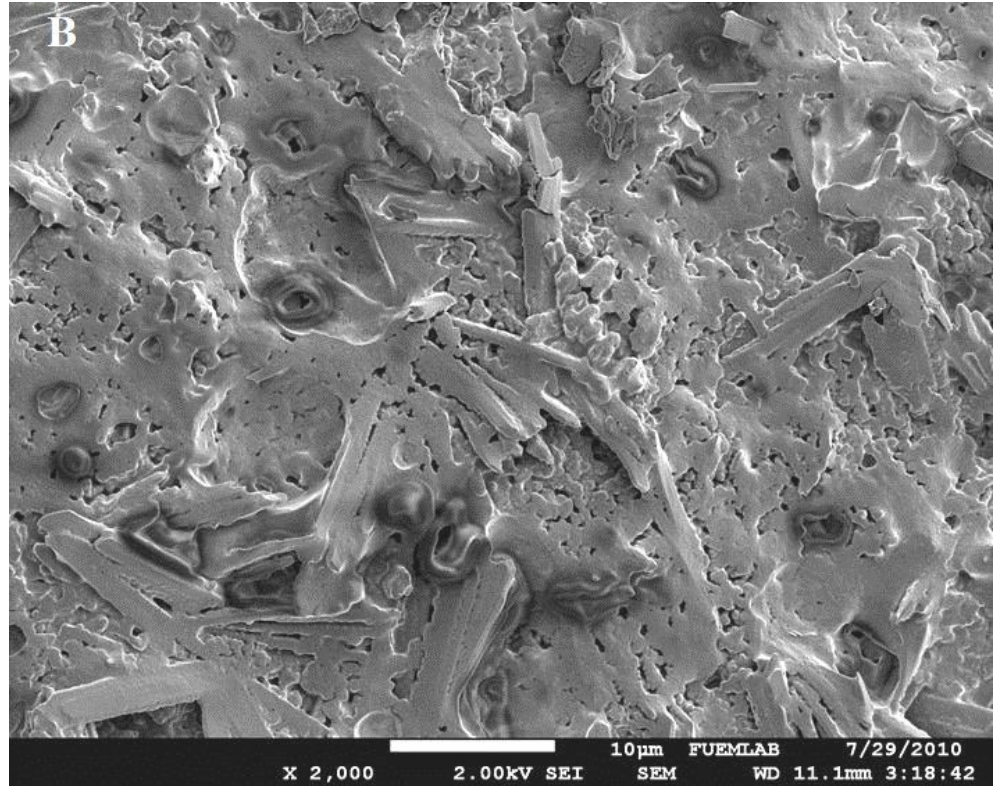
Modler *et al.* (1983) yağsız süt tozu ve Na-kazeinat katılarak üretilen yoğurt örneklerinde kazein misellerinin büyüklüklerinin ve kazein misellerinin birleşmesiyle oluşan yapıların uzunluklarının birbirinden belirgin şekilde farklı olduğunu tespit etmişlerdir. Süt tozundaki kazeinin *micellar*, Na-kazeinattakinin *nonmicellar* yapıda olmasından dolayı bu farklılıkların önceden tahmin edildiğini ifade etmişlerdir. Yağsız süt tozu katılarak üretilen yoğurtlarda kazein misellerinin küçük olduğu kısa ve ince zincirler halinde birleştiği gözlenmiştir. Na-kazeinat katılarak üretilen yoğurt örneklerinde kazein misellerinin çok büyük olduğu ve jelin ağ yapısını yoğunlaştıracak şekilde birleştiği, bu durumun da yoğurdun yapısını güçlendirdiği belirtilmiştir.

4.5.3. C Örneğine ait SEM görüntüleri

C (%0,3 jelatin katkılı) örneğine ait SEM görüntüleri Şekil 4.22 (A-B-C)'de verilmiştir. C örneğinin kontrol örneğine göre gözenekliliği daha az olan lifsi bir yapıya sahip olduğu görülmüştür.

C örneğine ait serum ayrılması değerlerinin depolama süresi boyunca diğer örneklere göre daha hızlı azalması, oluşan bu lifsi yapılarla gözenek yapısının küçülmüş ve gözenek yoğunluğunun artmış olabileceği ile açıklanabilir. Nitekim çeşitli araştırmalarda bu yönde sonuçlar rapor edilmiştir. Fiszman *et al.* (1999) %1,5 jelatin içeren normal yoğurt (süt kurumaddesi ilave edilmiş) örneklerinin mikroskopik incelenmesinde jelatinin kazein matriksiyle birleşmiş olarak, genel yapının ise oldukça homojen ve çift ağ yapısına sahip olarak gözüktüğünü ifade etmiştir. %1,5 jelatin ve %5 süt kurumaddesi içeren yoğurt örneklerinde ise gözenekliliğin çok yoğun bir şekilde arttığını belirtmişlerdir.



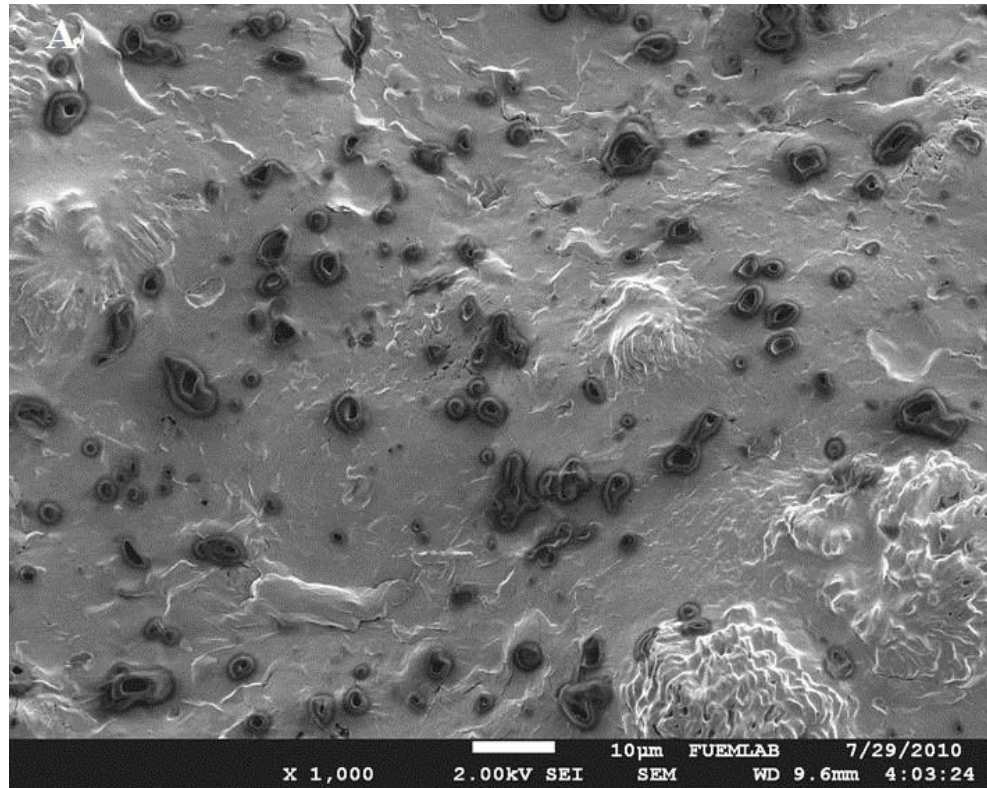


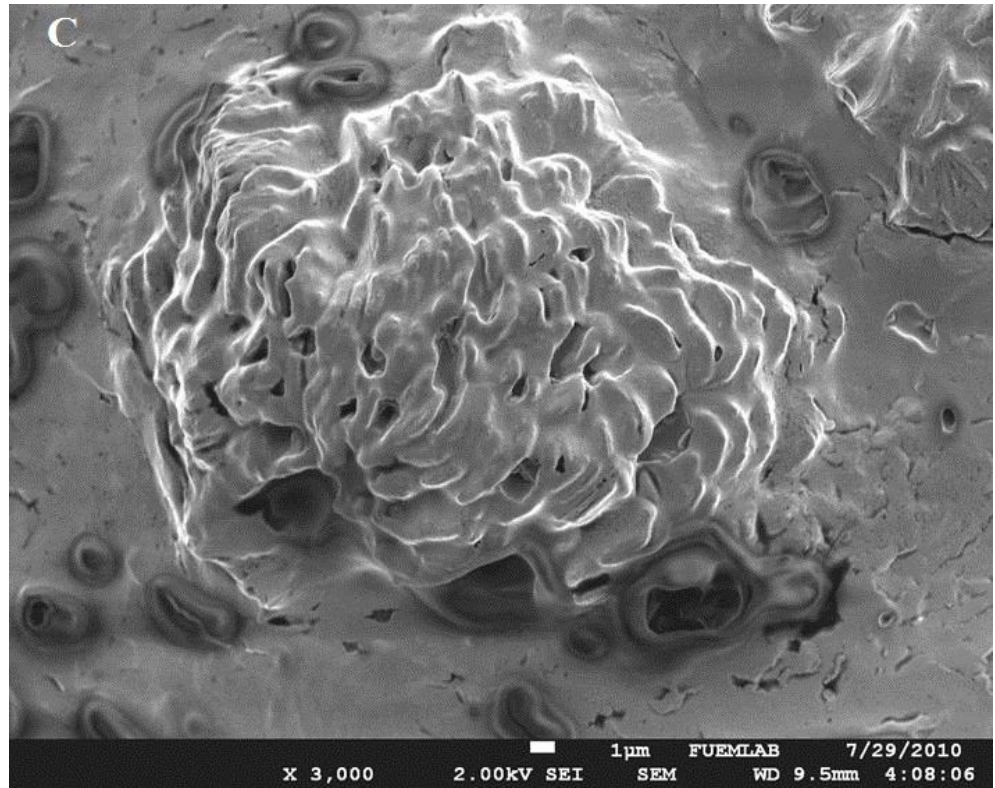
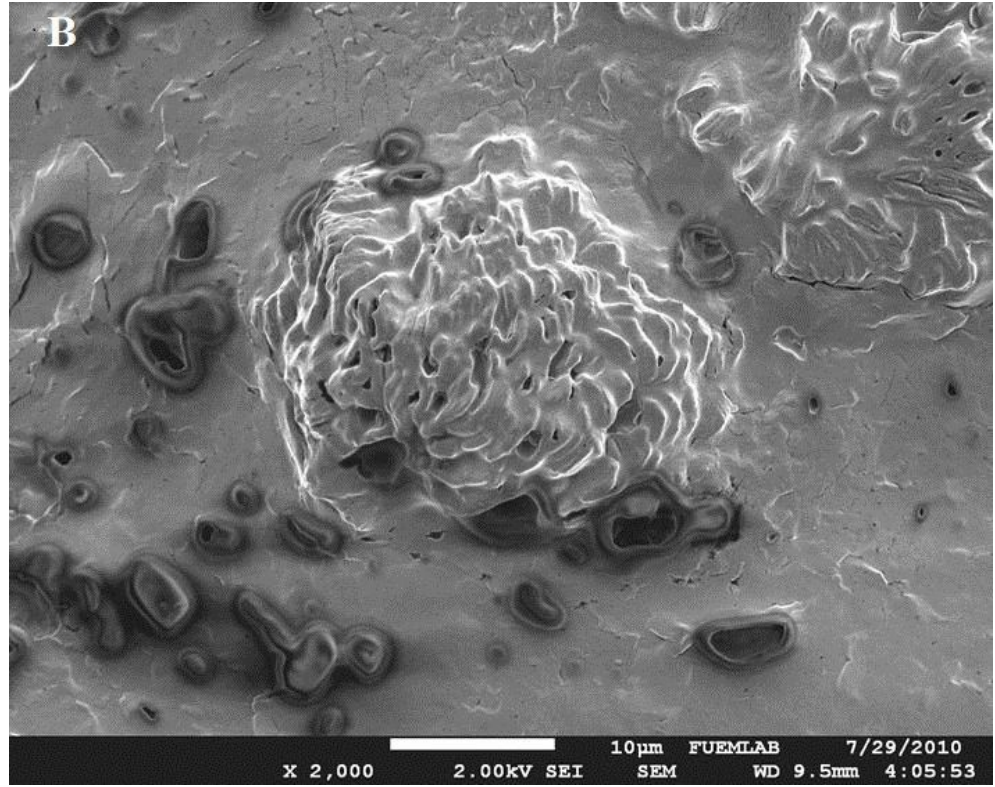
Şekil 4.22. C örneğine ait SEM görüntüleri (A-B-C)

Mısır sütünden yapılan yoğurtların mikrostrüktürel özellikleri üzerine farklı oranlarda (%0, 0,2, 0,4 ve 0,6) kullanılan jelatinin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, (Supavitpatana *et al.* 2009) jelatin kullanılmasıyla örneklerde, özellikle % 0,6 jelatin kullanılan örnekte, hava hücrelerinin küçüldüğü, süngerimsi yapının arttığı gözlemlenmiştir. Modler and Kalab (1983) süt proteinleri ile stabilize edilmiş yoğurtların mikrostrüktür yapısını inceledikleri çalışmada, kontrol grubu olarak kullanılan %0,5 jelatin katkılı yoğurtların mikroskopik görüntüsünde jelatinin görülmediğini, jelin ağ yapısının sade yoğurt yapısına benzediğini belirtmişlerdir.

4.5.4. D Örneğine ait SEM görüntüleri

D (%0,025 karragenan katkılı) örneğine ait SEM görüntüleri Şekil 4.23 (A-B-C)'te verilmiştir.





Şekil 4.23. D örneğine ait SEM görüntüleri (A-B-C)

Yapılan incelemelerde D örneğinin mikrostrüktür yapısının kontrol grubuna göre daha pürüzsüz olduğu, kazein misellerinin zincir yapısının daha düzgün ve kazein misellerinin birbirine daha yakın olduğu gözlenmiştir. Bu durumun bazı karragenanların kalsiyum iyonlarının mevcudiyetinde jel oluşturma özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak elde edilen mikrostrüktür görüntülerinde jel yapısında karragenanın durumu net olarak görülememiştir. Bunun karragenan konsantrasyonunun çok düşük olmasından ve mikrostrüktür analizi için örnek hazırlama prosedürünün küçük farklılıkları ortaya çıkaracak kadar hassas olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Karragenan katkılı yoğurt örneklerine ait serum ayrılması değerlerinin kontrol grubundan yüksek olmasının ise karagenanın jelleştirici fonksiyonu nedeniyle gergin bir yoğurt yapısı oluşturmasından kaynaklandığı ve böylece yoğurt jeli parçalandıktan daha fazla serum ayrılmasına yol açtığı düşünülmektedir. Ayrıca yoğurt üretimi esnasında stabilizatör madde ilavesinin homojenizasyon işleminden sonra yapılmış olmasının da serum ayrılmasını artıran diğer bir faktör olduğu tahmin edilmektedir.

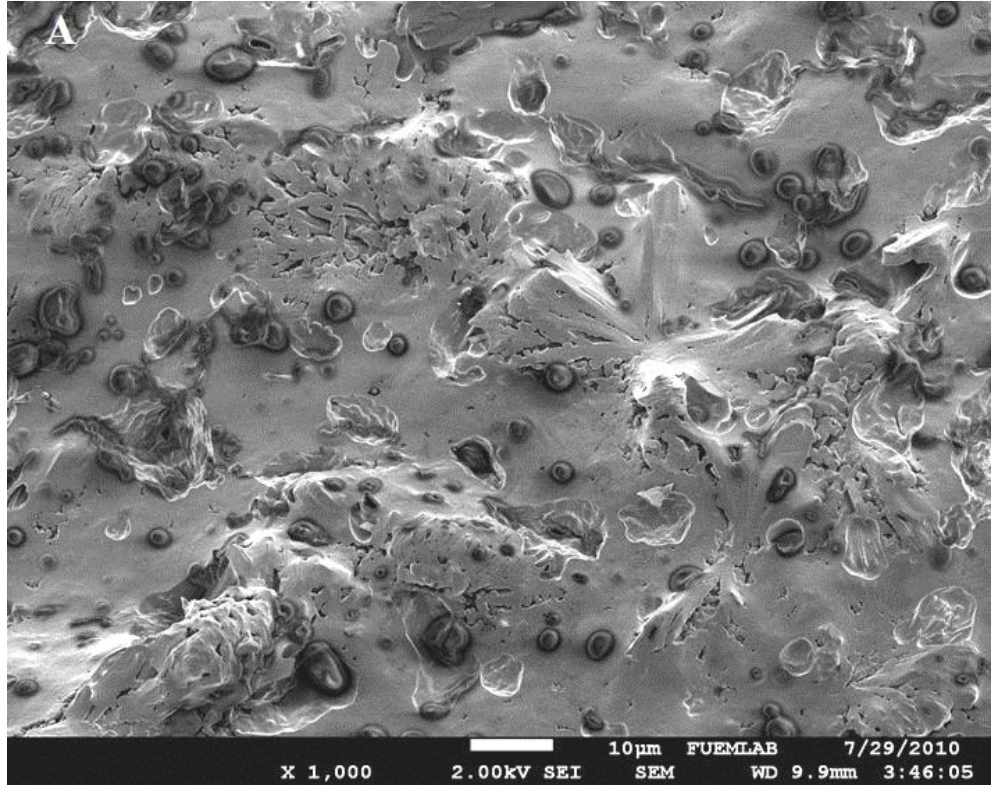
Rascón-Díaz *et al.* (2010) κ -karragenan katılarak üretilen yoğurt örneklerinin, stabilizatör madde katılmadan üretilen kontrol grubu yoğurtlara göre daha gergin bir yapıya sahip olduklarını bildirmiştir. Thaiudom and Goff (2003) rekonstitüe yağsız süt ve κ -karragenan (%0,05 w/w) solüsyonlarının mikroskopik incelenmesinde κ -karragenan mevcudiyetinde kazein misellerinin heterojen bir yapı oluşturduğunu gözlemlemişler ve bunun kazein miselleri ile κ -karragenan arasındaki uyumsuzluktan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ayrıca kazein misellerinin κ -karragenanın oluşturduğu jel yapının gözeneklerinde sıkıştığı ve bundan dolayı mikrostrüktürel düzeyde bir faz ayrılması olduğu ifade edilmiştir.

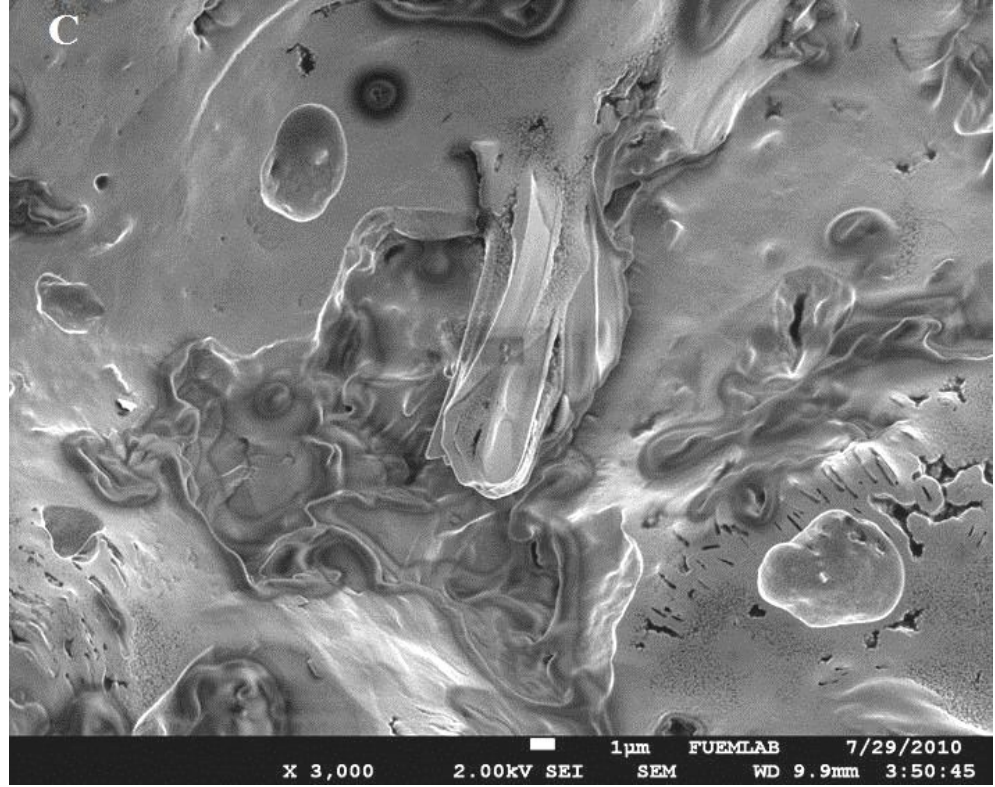
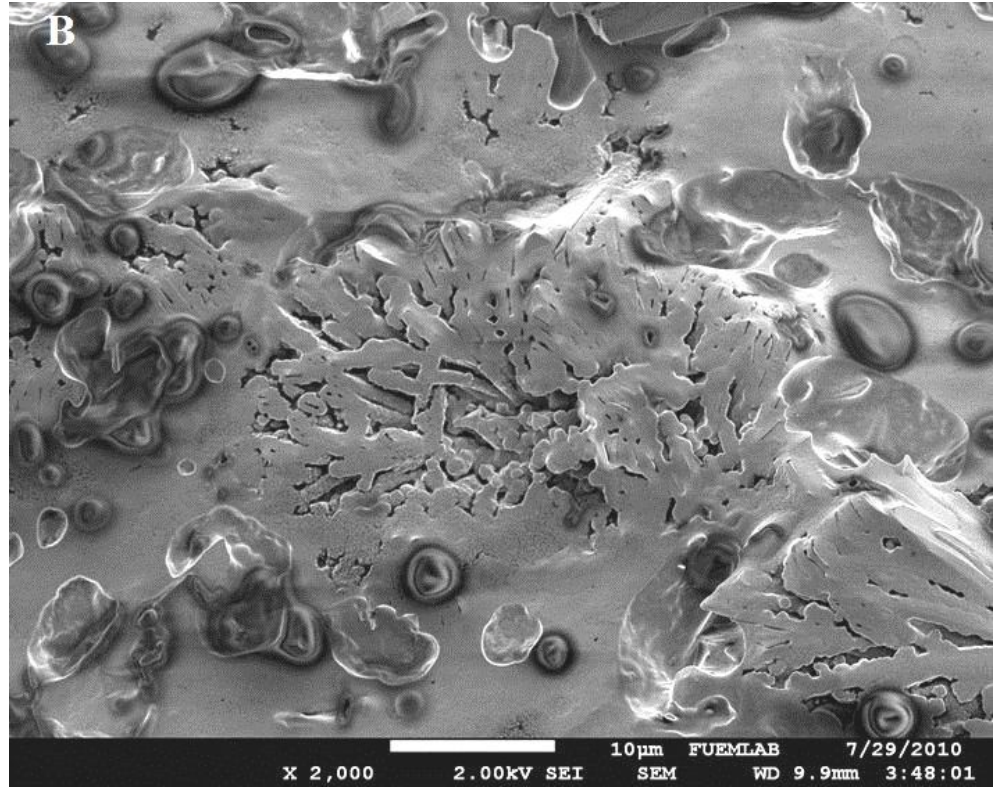
4.5.5. E Örneğine ait SEM görüntüleri

E (%0,015 ksantan gam katkılı) örneğine ait SEM görüntüleri Şekil 4.24 (A-B-C)'te verilmiştir. E örneğinin mikroskopik incelenmesinde ksantan gam parçacıklarının

kazein misellerine göre daha büyük olduğu, kazein misellerinin arasına girerek ağ yapıyı böldüğü kontrol örneğine göre daha heterojen bir yapı oluşturduğu görülmüştür. Stabilizatör madde ilavesinin homojenizasyon işleminden sonra yapılmış olması da yoğurt yapısını daha heterojen hale getiren bir faktör olarak düşünülmektedir.

Yoğurt üretiminde ksantan gam kullanılmasının mikrostrüktürel özellikleri olumlu yönde değiştirmediği serum ayrılması değerleri ile desteklenmektedir. Bu bakımdan tespit edilen özellikler Zhao *et al.* (2009), Sanches *et al.* (2000) ile benzerlik göstermiş El-Sayed *et al.* (2002) tarafından tespit edilen özelliklerden farklı bulunmuştur. Zhao *et al.* (2009) ksantan gam katılan yoğurt örneklerde düzensiz tabaka yapılar olduğunu ifade etmiştir. Bu oluşum; ksantan gam moleküllerinin *space baffle* etkisiyle kazein misellerinin kümeleşmelerine engel olduğu ve böylece kazein misellerinin düzensiz bir oluşturduğu şeklinde açıklanmıştır. Viskozite değerlerinin düşük olması da bu nedene bağlanmıştır.





Şekil 4.24. E örneğine ait SEM görüntüleri (A-B-C)

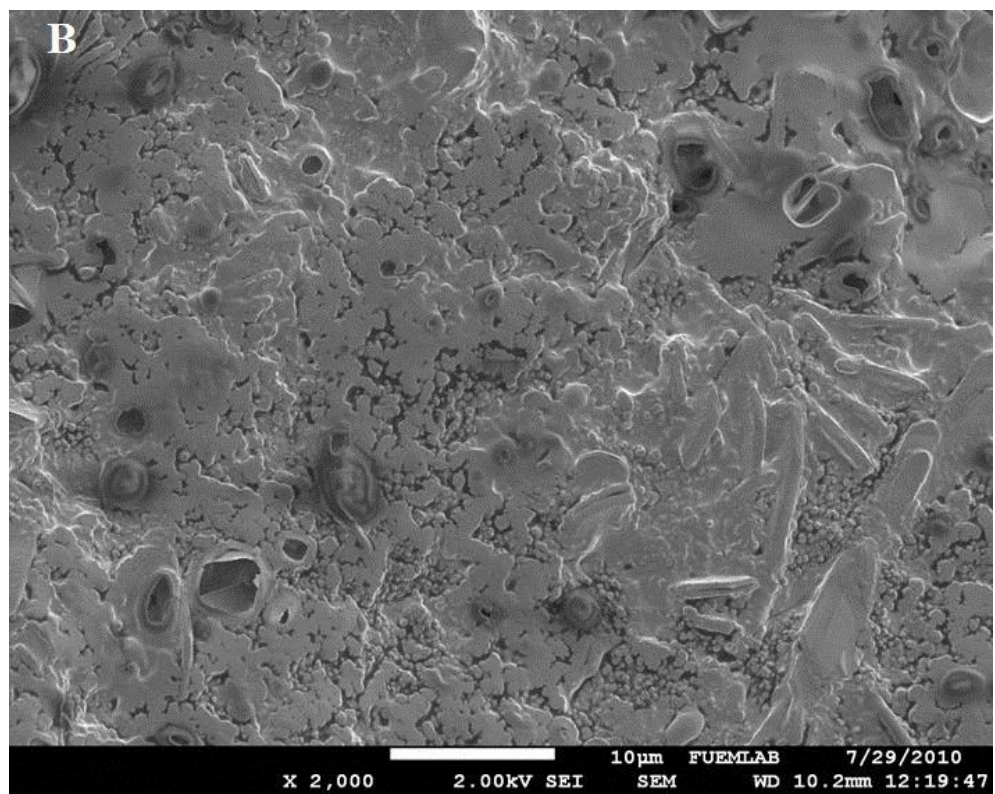
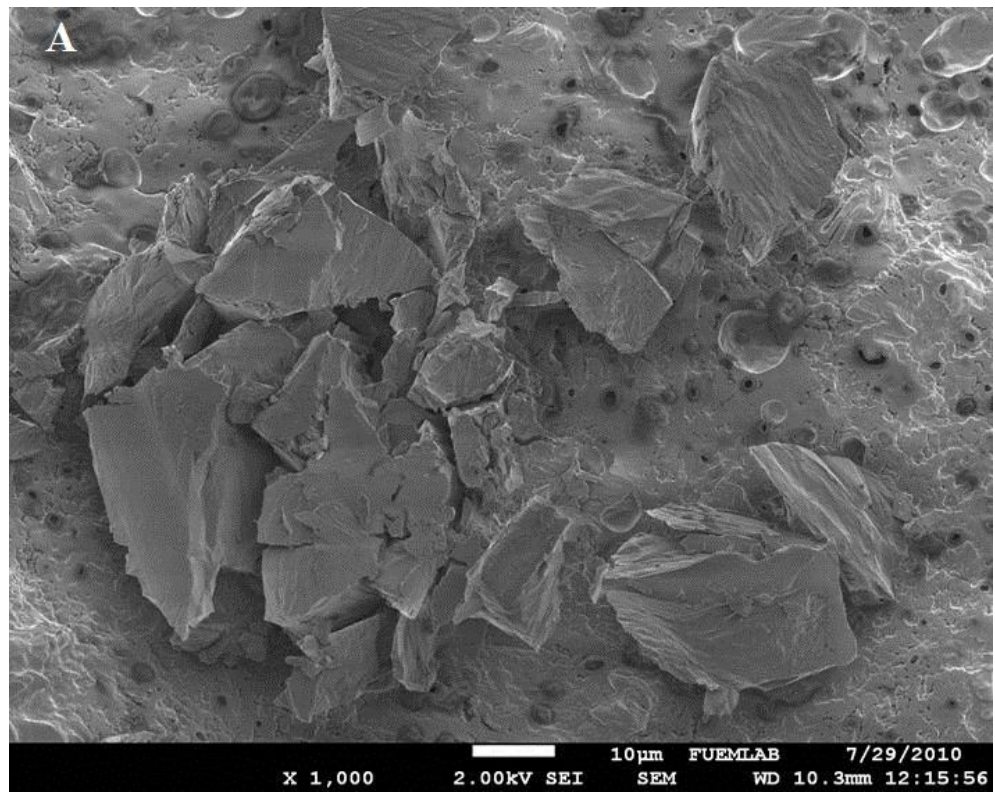
Sanches *et al.*(2000) %0,001 oranında ksantan gam içeren asitli süt jellerinin mikrostrüktür yapısıyla stabilizatör madde içermeyen kontrol grubu asitli süt jellerinin mikrostrüktür yapısı arasında belirgin bir farklılık olmadığını veya aradaki küçük farklılıkların kullanılan mikroskopik yöntemlerle tespit edilemeyeceğini ifade etmiştir. %0,02 ve %0,1 oranında kullanılan ksantan gam ise jel mikrostrüktürü üzerinde önemli bir etkiye sahip olmuştur. Kazein partiküllerinin ölçüsü ve yüzey yapısı polisakkarit kullanılmasıyla değişmemiş ancak ağ yapısındaki gözenekler hacim olarak küçülmüş ve gözeneklilik özellikle %0,1 oranında ksantan gam içeren örneklerde son derece artmıştır. Ksantan gam katkılı bu yağsız süt jelleri lifli yapılar halinde karakterize olmuştur.

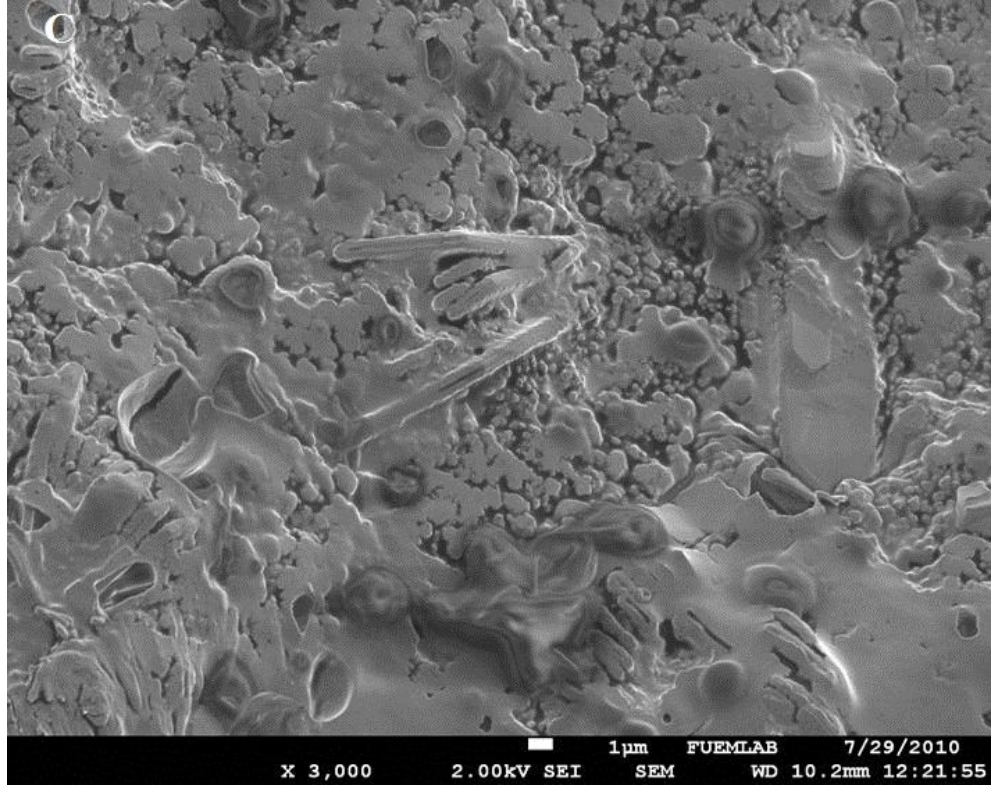
El-Sayed *et al.* (2002) ksantan gam katılarak (%0,01 ve %0,005) üretilen yoğurt örneklerinin mikroskopik incelenmesi sonucunda kazein misellerinin ve por yapısının normal yoğurt örneklerine göre daha küçük olduğunu ve bunun serum ayrılması değerleriyle desteklendiğini bildirmiştir.

Harwalkar and Kalab (1986) protein matriksindeki büyük porların serum ayrılmasını teşvik edeceğini rapor etmişlerdir. Thaiudom and Goff (2003) rekonstitüe süt ve ksantan gam (%0,36 w/w) solüsyonlarının mikroskopik incelenmesinde ksantan gam partiküllerinin kazein misellerinin oluşturduğu yapıdan dışlandığını belirlemiştir.

4.5.6. G Örneğine ait SEM görüntüleri

G (%0,02 guar gam katkılı) örneğine ait SEM görüntüleri Şekil 4.25 (A-B-C)'te verilmiştir. Guar gam katkılı yoğurt örneklerinin mikroskopik incelenmesinde guar gam partiküllerinin kazein misellerinin oluşturduğu ağ yapıdan bağımsız olarak yer aldığı ve büyük guar gam partiküllerinin heterojen bir yapının oluşmasına sebep olduğu görülmüştür. Çeşitli çalışmalarda (Thaiudom and Goff 2003; Everett and Leod 2005; Rascón-Díaz 2010) benzer sonuçlar rapor edilmiştir. Everett and Leod (2005) kazein kümeleriyle guar gam gibi nötral polisakkaritler arasında elektrostatik bir etkileşim olmadığını ifade etmiştir.



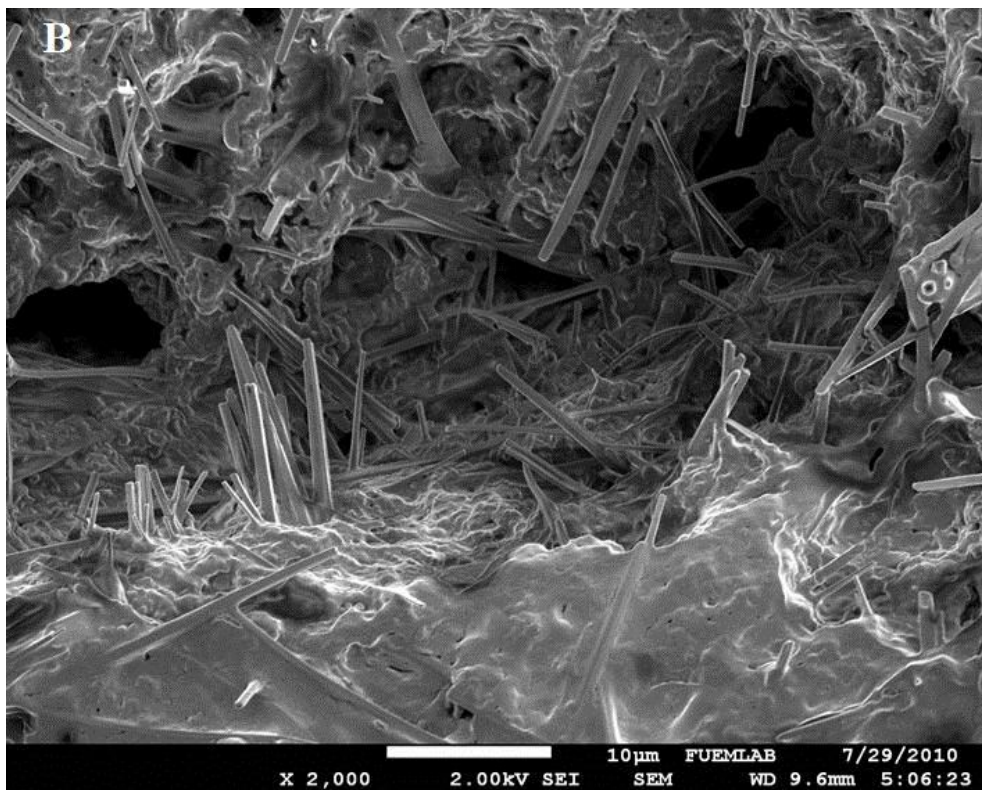
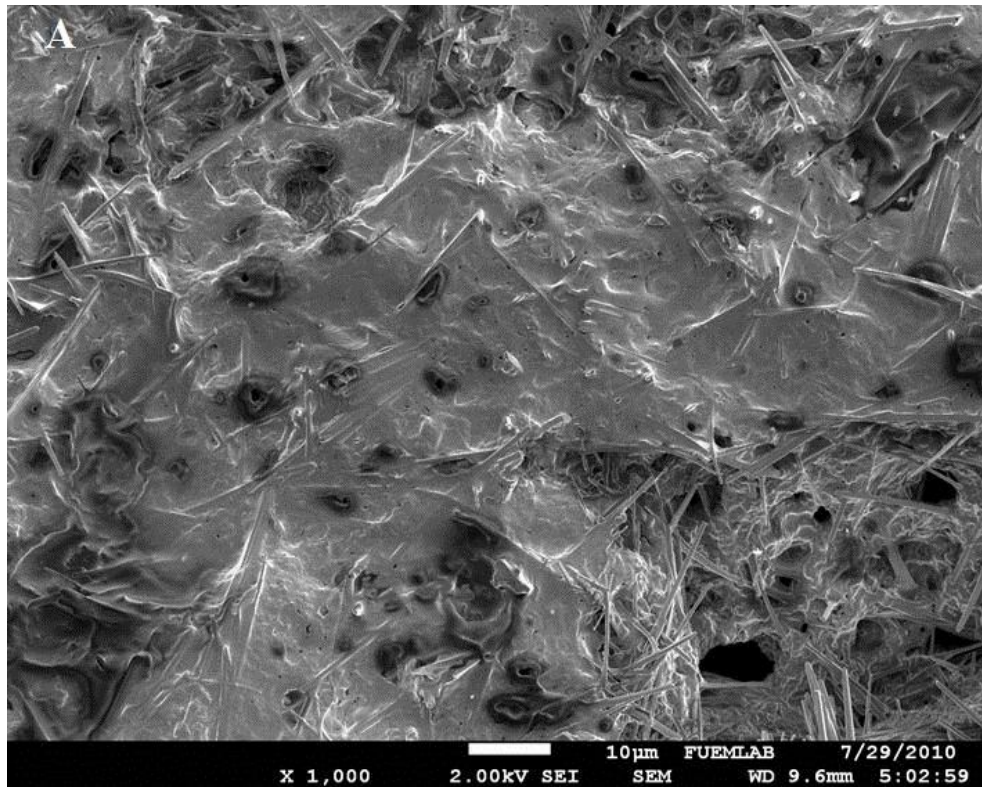


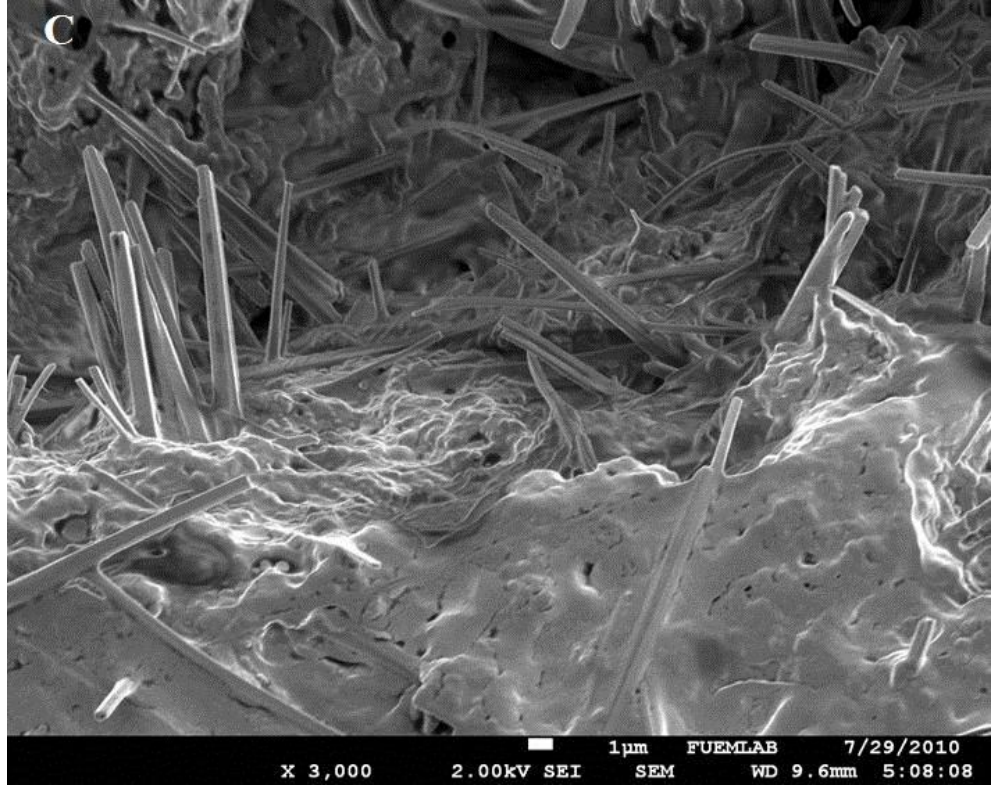
Şekil 4.25. G örneğine ait SEM görüntüleri (A-B-C)

Rascón-Díaz (2010) guar gam katılan yoğurt örneklerinde gözenekliliğin az olduğu, homojen olmayan bir yapı tespit etmiş ve böyle bir yapının su tutma kapasitesinin az olacağını, sinerezis değerlerinin bunun bir göstergesi olduğunu bildirmiştir. Thaiudom and Goff (2003) rekonstitüe süt ve guar gam (%0,36 w/w) solüsyonlarının mikroskobik incelenmesinde guar gam partiküllerinin kazein misellerinin oluşturduğu yapıdan dışlandığını belirlemiştir.

4.5.7. K Örneğine ait SEM görüntüleri

K (%0,02 LBG katılı) örneğine ait SEM görüntüleri Şekil 4.26 (A-B-C)'da verilmiştir. LBG, yoğurt örneklerinin mikrostrüktürel özelliklerini belirgin olarak etkilemiştir. Elde edilen görüntülerde LBG moleküllerinin kazein miselleriyle veya kendi aralarında bir bağ oluşturmadığı, yoğurt içerisinde homojen dağılmış kısa çubuklar şeklinde olduğu ve yoğurt yapısındaki gözenekliliği daha heterojen hale getirdiği tespit edilmiştir.





Şekil 4.26. K örneğine ait SEM görüntüleri (A-B-C)

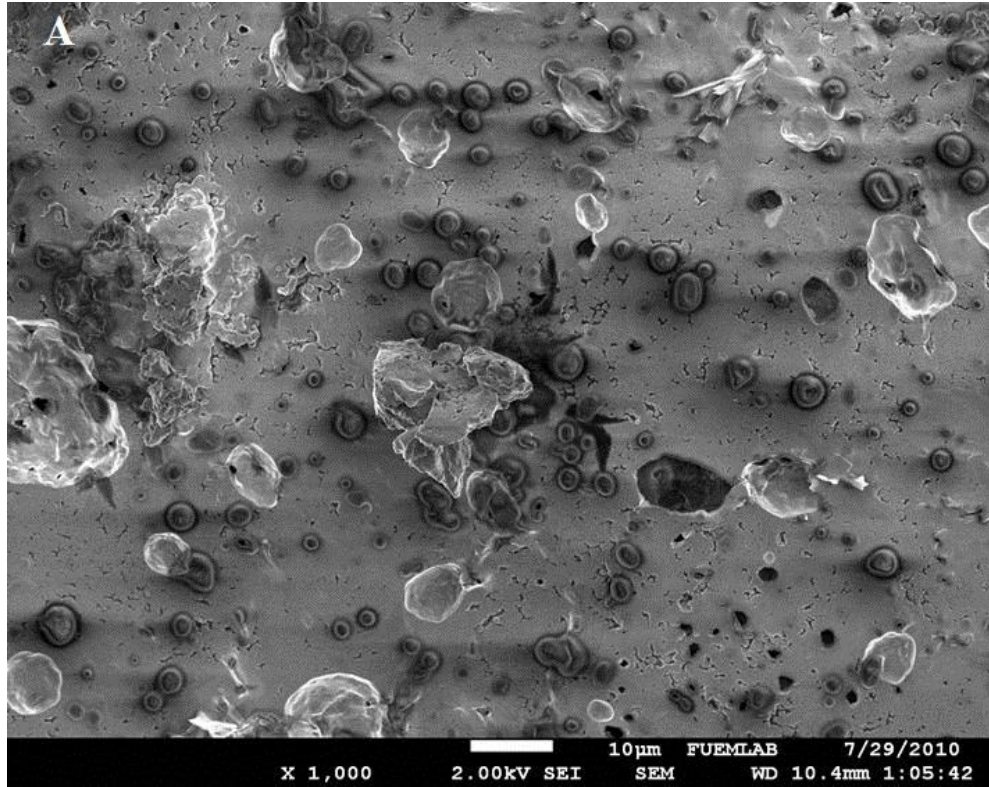
Buna rağmen LBG katkılı yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerinin kontrol grubuna yakın olması LBG'nin jelleştirici olmaktan daha çok koyulaştırıcı fonksiyon göstermesine bağlı olduğu düşünülmektedir.

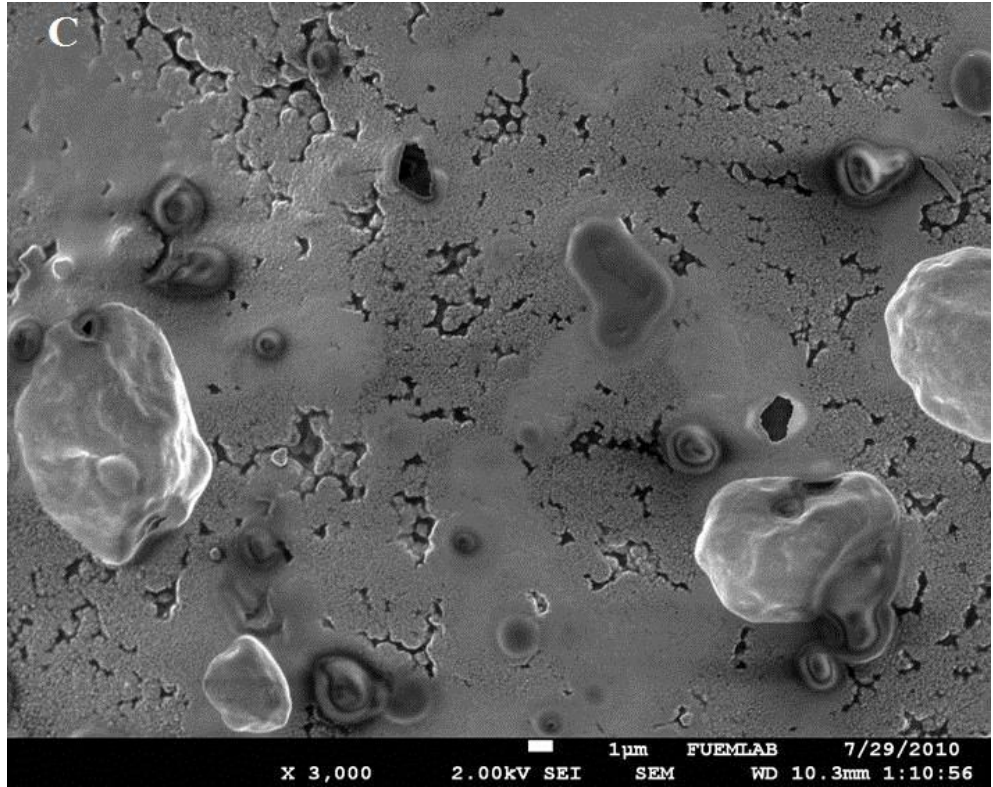
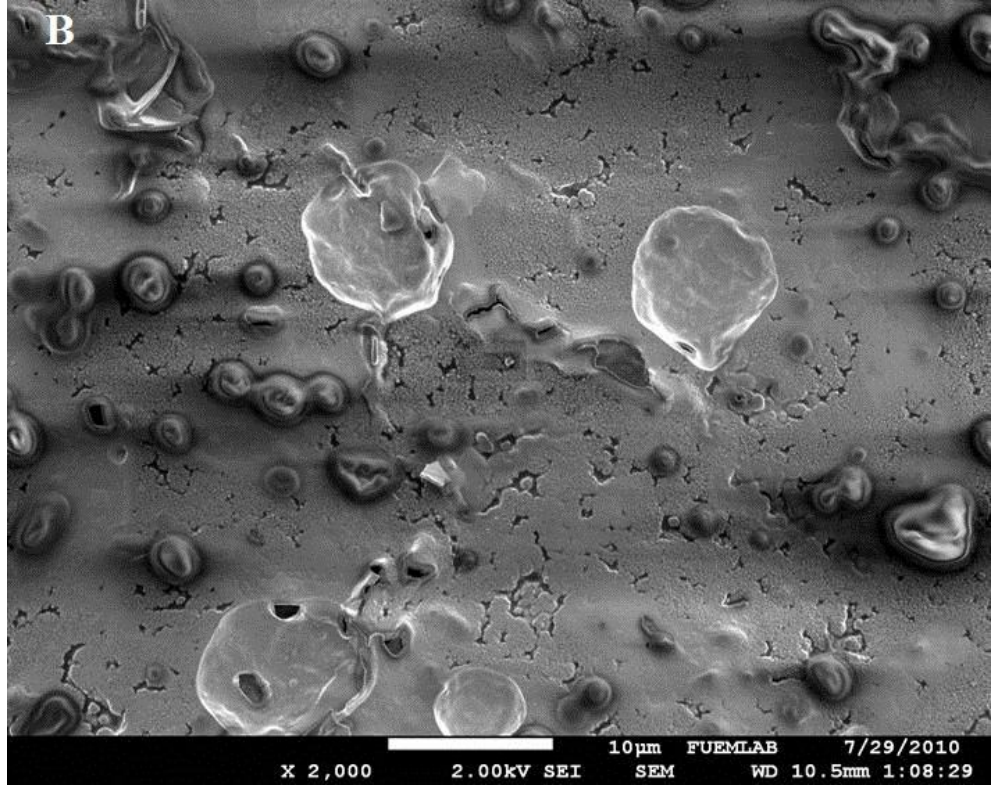
Tespit edilen sonuçlar Sanches *et al.* (2000) tarafından bildirilen sonuçlarla kısmen benzerlik göstermektedir. Sanches *et al.* (2000) %0,001 LBG içeren asitli süt jelleri ile kontrol grubu (stabilizatör madde içermeyen) asitli süt jellerinin mikrostrüktür yapıları arasında belirgin bir farklılık olmadığını, LBG konsantrasyonu arttıkça (%0,02 ve %0,1) ağ yapısındaki gözeneklerin hacim olarak küçüldüğünü ve gözenekliliğin arttığını ifade etmişlerdir. LBG katılan asitli süt jellerinin daha heterojen yapıda olduğu kazein partiküllerinin ölçüsü ve yüzey yapısının polisakkarit kullanılmasıyla değişmediğini bildirilmişlerdir. Thaiudom and Goff (2003) ise rekonstitüe süt ve LBG (%0,36 w/w) solüsyonlarının mikroskobik incelenmesinde LBG partiküllerinin kazein misellerinin oluşturduğu yapıdan dışlandığını belirlemişlerdir.

4.5.8. M Örneğine ait SEM görüntüleri

M (%1,25 mısır nişastası katkılı) örneğine ait SEM görüntüleri Şekil 4.27 (A-B-C)'de verilmiştir. M örneğinin mikrostrüktür yapısında, kazein misellerinin kontrol örneğine göre birbirine daha yakın ve ağ yapıya ait gözeneklerin daha küçük olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun ısıl işlem esnasında nişasta granüllerinin ortamda bulunan bir miktar suyu absorbe etmesi ve ağ yapının gözeneklerinde bulunan su miktarının azalmasına bağlı olduğu düşünülmektedir.

Oh *et al.* (2007) asitli süt jelleri üzerine patates nişastası eklemenin etkisini araştırdıkları çalışmada, mikroskopla yapılan incelemelerde şişmiş nişasta granüllerinin protein ağı içerisine gömülmüş karanlık globuller halinde göründüklerini ve nişasta konsantrasyonu arttıkça bu yapının da arttığını tespit etmişlerdir. Nişasta oranı artsa da protein ağı yapısının, nişasta oranıyla birlikte artan baskın ve sürekli faz olarak kaldığını ifade etmişlerdir.





Şekil 4.27. M örneğine ait SEM görüntüleri (A-B-C)

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tüketici beğenirliği açısından yoğurdun tekstürel özellikleri, tat ve aroması kadar önemli olup yoğurt ve benzeri süt ürünlerinde konsistens ve viskoziteyi iyileştirmek, serum ayrılmasını azaltmak, depolama esnasında asitliğin fazla gelişmesini önlemek amacıyla çeşitli stabilizatör maddeler kullanılabilmektedir. Bu çalışmada stabilizatörlerin, jelleştirici, kıvam artırıcı ve stabilize edici işlevlerinden yararlanılarak yoğurdun duyuşal özelliklerini olumsuz etkilemeksizin viskozite, serum ayrılması, su tutma kapasitesi gibi reolojik özelliklerini geliştirmek için en uygun stabilizatör maddeler tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla 7 farklı çeşit stabilizatör madde değişik oranlarda kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin 21 günlük depolama periyodu boyunca 1., 7., 14. ve 21. günlerde bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, duyuşal ve mikrostrüktür özellikleri incelenmiştir. Kontrol grubu örnekler stabilizatör madde katılmadan üretilmiştir. Elde edilen araştırma bulgularına göre;

1. Deneme yoğurt örneklerinin kurumadde, yağ, kül, protein, asitlik ve pH gibi kimyasal özellikleri üzerine stabilizatör madde ilave etmenin etkisi önemli bulunmamıştır. Depolama süresinin ise yağ, asitlik ve pH değerleri üzerinde $p<0.01$ seviyesinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Depolama periyodu esnasında yağ oranı 7. günde artmış, 7. günden sonra 21. güne kadar azalmıştır. Yağ oranının 7. günde kurumadde oranındaki azalmaya bağlı olarak nispi olarak arttığı, 7. günden sonra azalmasının da yoğurt bakterilerinin lipolitik aktivitesinden kaynaklandığı düşünölmektedir.

Depolama periyodu boyunca, titrasyon asitliği değerleri depolamanın 1. ve 14. günleri arasında hızlı bir şekilde yükselmiş, 14. günden sonra ise artış yavaşlayarak devam etmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, 1. gün değerleri ile 7. ve 14. günler arasındaki fark önemli ($p<0.01$), buna karşılık 14. ve 21. günler arasındaki fark ise önemsiz çıkmıştır. Titrasyon asitliği değerlerinin depolama periyoduna bağlı olarak

artmasının yoğurt bakterilerinin laktozu laktik aside parçalamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Depolama periyotları dikkate alındığında, 1. ve 7. günler arasında örnek pH'larında hızlı bir düşme meydana gelmiş ve 7. 14. ve 21. günler arasında ise bu düşüş azalarak devam etmiştir. Deneme yoğurt örneklerinin asitlik değerlerinde meydana gelen değişim pH değerlerine de yansımıştır.

2. Analize tabi tutulan yoğurt örneklerinin viskozite, serum ayrılması ve su tutma kapasitesi gibi fiziksel özellikleri üzerine örnek çeşidi ve depolama süresinin etkili olmadığı ($p>0,05$) tespit edilmiştir.

A, B ve C örneklerinin viskozite değerlerinin 14. güne kadar düzensiz bir seyir izlediği, diğer örneklerin viskozite değerlerinde ise 7. ve 14. günlerde 1. güne oranla artışlar olduğu görülmüştür. 21. güne gelindiğinde C örneği hariç bütün örneklerin viskozite değerlerinde 14. güne oranla azalma olmuştur. B, D, E, G ve M örneklerine ait en yüksek değerler 14. günde tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca en yüksek viskozite değerlerinin Na-kazeinat katkılı B örneğine ait olması, kullanılan Na-kazeinat konsantrasyonunun nisbeten yüksek olması ve Na-kazeinatın yoğurt yapısındaki kazein miselleriyle birleşerek kazein misellerinin oluşturduğu jel ağının yoğunluğunu artırmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Deneme yoğurt örneklerine ait serum ayrılması değerleri depolama süresi boyunca genel olarak azalmış, en düşük serum ayrılması değerleri jelatin katkılı C örneğinde tespit edilmiştir. Yoğurt bakterilerinin faaliyetiyle jelatinin parçalanması sonucu oluşan asidik karakterli bileşiklerin serum ayrılmasını azalttığı, buna ilaveten jelatinin kazein misellerinin arasında ayrıca bir lifsi yapı oluşturarak gözenekliliği artırdığı böylece serum ayrılmasını azalttığı düşünülmektedir.

Depolama süresi boyunca deneme yoğurt örneklerine ait STK değerleri genel olarak (1 ile 7. gün arasında K örneği, 7 ile 14. gün arasında A ve B örnekleri hariç) artmış ve en

yüksek değerler 21. günde kaydedilmiştir. C örneğine ait STK değerleri 7. günden sonra diğer örneklere oranla daha hızlı bir artış göstermiştir. Bu durumun yoğurt yapısındaki kimyasal değişikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

3. Renk analizleri sonucunda stabilizatör madde çeşidinin ve depolama süresinin deneme yoğurt örneklerinin L, a, b renk değerleri üzerinde önemli düzeyde etkili ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Araştırma bulgularına göre; en yüksek L renk değeri 89,81 ile B örneğinde, en düşük L değeri ise 88,50 ile C örneğinde belirlenmiş olup D, E, G, K, M örneklerinin kendi aralarında benzer, A, B, C örneklerinin ise kendi aralarında ve bu grup örnekten farklı olduğu tespit edilmiştir. Depolama periyotlarına göre en yüksek L renk değeri 7. günde, en düşüğü ise 21. günde tespit edilmiştir. İstatistiki açıdan 1. ve 14. günler kendi aralarında benzer, 1 ve 21. günler de birbirinden ve bu günlerden önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir.

En düşük a renk değeri K örneğinde, en yüksek değer B örneğinde tespit edilmiş olup örneklerin hepsinin birbirinden önemli derecede farklı olduğu görülmüştür. Depolama periyotlarına göre 1. ve 7. günler kendi aralarında 14. ve 21. günle de kendi aralarında benzer çıkmıştır. Bu ikişer hafta birbirlerinden önemli derecede farklı bulunmuştur.

En düşük b renk değeri C örneğinde, en yükseği ise E örneğinde tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak bütün örneklerin ve depolama periyotlarının birbirinden önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir.

Deneme yoğurt örneklerine ait renk değerlerindeki bu farklılıkların kullanılan stabilizatör maddenin rengi ve kullanılan konsantrasyona bağlı olduğu, depolama süresi boyunca meydana gelen değişikliklerin ise STK değerlerinin artmasına paralel olarak yeşilimsi rengin artmasına ve diğer biyokimyasal değişikliklere bağlı olduğu düşünülmektedir.

4. Deneme yoğurt örneklerinin *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrucckii* subsp. *bulgaricus* sayıları üzerine örnek çeşidi ve depolama periyodunun $p < 0,01$ düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Yoğurt örneklerinde en düşük *Streptococcus thermophilus* sayısı (5,76 log kob/g), mısır nişastası katılarak üretilen M örneğinde, en yüksek *Streptococcus thermophilus* sayısı da (8,04 log kob/g) depolamanın 7. gününde kontrol grubu yoğurt örneklerinde tespit edilmiştir. Mısır nişastası katılarak üretilen yoğurt örneklerinde *Streptococcus thermophilus* sayısı depolamanın 21. gününe kadar diğer örneklerden düşük seviyede bulunmuştur. Bu durumun, B örneğinde mısır nişastasının yüksek oranda kullanılmasına paralel olarak ortamın su aktivitesininin *Streptococcus thermophilus*'un ihtiyaç duyduğu optimum değerlerin altına düşmüş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Depolama süresi boyunca genel olarak *Streptococcus thermophilus* sayısı 7. veya 14. günlerde en yüksek değerlere ulaşmış ve 14. güne oranla 21. günde azalmıştır. Depolamanın sonuna doğru *S. thermophilus* koloni sayısının düşmesi asitlik gelişimine bağlı olarak pH değerinin düşmesine bağlanabilir.

Yoğurt örneklerinde en düşük *Lactobacillus delbrucckii* subsp. *bulgaricus* sayısı (6,06 log kob/g), depolamanın 1. gününde Na-kazeinat katılarak üretilen B örneğinde, en yüksek *Lactobacillus delbrucckii* subsp. *bulgaricus* sayısı da (7,78 log kob/g) depolamanın 7. gününde mısır nişastası katılarak üretilen yoğurt örneklerinde tespit edilmiştir.

Deneme yoğurt örneklerinin depolama periyoduna bağlı olarak *Lactobacillus delbrucckii* subsp. *bulgaricus* sayıları incelendiğinde 7. günde bütün örneklerin *Lactobacillus delbrucckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının arttığı, bu artışın B, C, E ve G örneklerinde 21. güne kadar devam ettiği, diğer örneklerde ise 21. günde 14. güne oranla azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu durum genel olarak *S. thermophilus* sayısındaki değişime benzerlik göstermektedir.

5. Duyusal değerlendirmelere ait varyans analizi sonucunda; stabilizatör madde çeşidinin yoğurt örneklerinin koku özelliklerini etkilemediği, görünüş, kıvam, genel kabul edilebilirlik özellikleri üzerinde $p<0,01$, tat özellikleri üzerinde $p<0,05$ düzeyinde etkili olduğu, depolama süresinin ise duyusal özellikler üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir.

Depolama süresince en yüksek koku, görünüş, kıvam, tat puanları stabilizatör madde katılmadan üretilen A örneğinde, en yüksek genel kabul edilebilirlik puanı M örneğinde tespit edilmiştir. En düşük koku puanını alan örnek ise jelatin katkılı C örneği olup bunun jelatin katkısının kendine has kokusundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Deneme yoğurt örnekleri içerisinde en düşük görünüş, kıvam, genel kabul edilebilirlik puanları ksantan gam katılarak üretilen E örneğinde, en düşük tat puanı da yine E ve mısır nişastasası katılarak üretilen M örneğinde belirlenmiştir. Tüm duyusal parametreler göz önünde bulundurulduğunda toplamda en yüksek puanı (38,01) stabilizatör madde katılmadan üretilen A örneği, en düşük puanı (29,13) ise ksantan gam katılarak üretilen E örneği almıştır.

E örneğinin genel olarak düşük puanlar almasının, yoğurt bileşenlerine göre daha büyük yapıya sahip olan ksantan gam moleküllerinin jel ağını bölerek, yoğurt yapısını bozmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

6. Yapılan mikrostrüktür analizlerinde A örneğinin, kazein misellerinin oluşturduğu homojen ağ yapısına sahip olduğu, *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrucckii* subsp. *bulgaricus* hücrelerinin jel ağının boşluklarında bulunduğu, B örneğinin homojen bir mikrostrüktür yapısına sahip olduğu kazein misellerinin oluşturduğu jel ağının kontrol grubuna göre daha yoğun olduğu belirlenmiştir. C örneğinin ise kontrol örneğine göre gözenekliliği daha az olan lifsi bir yapıya sahip olduğu, D örneğinde kazein misellerinin birbirine daha yakın olduğu ve pürüzsüz bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir. E örneğinin mikroskopik incelenmesinde ksantan gam parçacıklarının kazein misellerine göre daha büyük olduğu, kazein misellerinin arasına girerek ağ yapıyı böldüğü kontrol örneğine göre daha heterojen bir yapı

oluşturduğu, G örneğinde guar gam partiküllerinin kazein misellerinin oluşturduğu ağ yapıdan bağımsız olarak yer aldığı ve büyük guar gam partiküllerinin heterojen bir yapının oluşmasına sebep olduğu görölmüştür. K örneğinde ise LBG moleküllerinin kazein miselleriyle veya kendi aralarında bir bağ oluşturmadığı, yoğurt içerisinde homojen dağılmış kısa çubuklar şeklinde olduğu ve yoğurt yapısındaki gözenekliliği daha heterojen hale getirdiği, M örneğinin mikroştrüktür yapısında kazein misellerinin kontrol örneğine göre birbirine daha yakın ve ağ yapıya ait gözeneklerin daha küçük olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, stabilizatör madde katılmadan üretilen yoğurtların duysal özellikler açısından daha çok beğenildiği, ancak stabilizatör madde kullanılmasının zorunlu olduğu hallerde viskoziteyi ve su tutma kapasitesini artırmak için Na-kazeinat, serum ayrılmasını azaltmak için jelatin katkısının kullanılabileceği, karragenan, ksantan gam, guar gam, LBG katkılarının ise tek başlarına ve kullanılan konsantrasyonlarda yoğurdun fiziksel özelliklerini olumlu yönde etkilemediği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Akçaba, M., 1989. Yoğurt üretiminde jelatin ve sodyum kazeinat kullanımının yoğurt kalitesi üzerine etkileri. Y. Lisans Tezi, Hacettepe Üniv. Fen Bilimleri Enst., Ankara.
- Akın, M. S., 1996. İnek ve Keçi Sütlerinden Üretilen ve 15 Gün Süre İle Depolanan Meyveli-Aromalı ve Sade Yoğurtların Nitelikleri Üzerinde Karşılaştırmalı Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ç. Ü. Fen Bilimleri Enst. Gıda Müh. Anabilim Dalı, Adana.
- Akın, N., 2006. Modern Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya.
- Alakali, J. S., Okonkwo T. M. and Lordye E. M., 2008. Effect of stabilizers on the physico-chemical and sensory attributes of thermized yoghurt. African Journal of Biotechnology, 7(2), 158-163.
- Anonim, 2001., T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Fermente Sütler Tebliği. Yayımlandığı Resmi Gazete: 03.09.2001-24512, Tebliğ No: 2001/21.
- Anonim, 2006. Yoğurt Standardı, TS-1330. Türk Standartları Enstitüsü, 11 s., Ankara.
- Anonim, 2008. Yoğurt. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Gıda Teknolojisi, Ankara.
- Ares, G., Gonçalvez D., Pérez C., Reolón G., Segura N., Lema P. and Gámbaro A., 2007. Influence of gelatin and starch on the instrumental and sensory texture of stirred yogurt. International Journal of Dairy Technology, 60(4), 263–269.
- Arslaner, A., 2002. Yoğurt Üretiminde Peyniraltı Suyu Tozunun Yağsız Süt Tozu Yerine Kullanılma Olanaklarının Araştırılması. Y. Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Gıda Müh. Anabilim Dalı, Erzurum.
- Atamer, M. ve Sezgin, E., 1986. Yoğurtlarda kurumadde artırımının pıhtının fiziksel özellikleri üzerine etkisi. Gıda, 11(6), 327-331.
- Atamer, M. ve Sezgin, E., 1987. İnkübasyon Sonu Asitliğinin Yoğurt Kalitesi Üzerine Etkisi. Gıda, 12(4), 213-220.
- 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.
- Atamer, M., Yıldırım, Z. ve Yıldırım, M., 1992. Farklı Basınçlarda Uygulanan Homojenizasyon İşleminin Set Yoğurtların Bazı Nitelikleri Üzerine Etkisi. Gıda, 7(4), 255-258.
- Atasever, M., 2004. Yoğurt üretiminde bazı stabilizörlerin kullanımı. YYÜ Vet Fak Derg, 15(1-2), 1-4.
- Athar, I. H., Shah M. A. and Khan U. N., 2000. Effect of various stabilizers on whey separation (syneresis) and quality of yoghurt. Pakistan Journal of Biological Sciences, 3(8), 1336-1338.
- Attalmanan, A. M., 1995. Effect of gum arabic and guar gum as stabilizers in yoghurt quality. Food Additives, 72 p.
- Ayar, A., Sert, D. and Akbulut, M., 2009. Effect of salep as a hydrocolloid on storage stability of 'Tıncir Uyutması' dessert. Food Hydrocolloids, 23(1), 62–71

- Bajaj, I. B., Survase, S. A., Saudagar, P. S. and Singhal, R. S., 2007. Gellan Gum: Fermentative Production, Downstream Processing and Applications. *Food Technology and Biotechnology*, 45(4), 341-354.
- Bayram, G., 1987. Yoğurt yapımında bazı stabilizer maddelerin kullanılması üzerine araştırmalar. Y. Lisans Tezi, Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enst., Ankara.
- Baysal, A., 2002. Genel Beslenme. Hatiboğlu Yayınevi, M. Fevzi Çakmak Cad., No: 64/A, Beşevler-06500, Ankara.
- Bodyfelt, F.W., Tobias, J. and Trout, G.M., 1988. *The Sensory Evaluation of Dairy Products*. Van Nostrand Reinhold, 598, New York.
- Bonczar, G., Wszolek M. and Siuta A., 2002. The effect of certain factors on the properties of yoghurt made from ewe's milk. *Food Chemistry*, 79(1), 85-91.
- Borgeson N., Müller S. and Kishi A., 2002. *Food Additives*. Food Additives, Specialty chemicals, SRI international, 70-80.
- Burey, P., Bhandari, B. R., Howes, T. and Gidley, M. J., 2008. Hydrocolloid Gel Particles: Formation, Characterization, and Application. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(5), 361-377.
- Buttriss, J., 1997. Nutritional properties of Fermented milk Products. *International Journal of Dairy Technology*, 50(1), 21-27.
- Chandan, R. C., White C. H., Kilara A. and Hui Y. H., 2006. *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks*. Blackwell Publishing Ltd, 9600 Garsington Road, Oxford OX4 2DQ, UK.
- Copeland, L., Blazek, J., Salman, H. and Tang, M.C., 2008. Form and Functionality of Starch. *Food Hydrocolloids*, 23(6), 1527-1534.
- Çağlar, A., Çakmakçı, S., 1995. Yoğurdun İnsan Sağlığı ve Beslenmesindeki Rolü ve Önemi. 3. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No:548.
- Çakıroğlu, P., 2003. Yoğurdun Besleyici ve Sağlığı Koruyucu Etkisi. *Gıda*, 28(1), 101-104.
- Dave, R.I. and Shah, N.P., 1997. Viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starter cultures. *International Dairy Journal*, 7(1), 31-41.
- Dickinson, E., 2003. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food hydrocolloids*, 17(1), 25-39.
- Doğan, M., Şimşek, O. Ve Kurultay, Ş., 1996. Süt endüstrisinde katkı maddeleri olarak stabilizatörler. *Gıda*, 21(4), 251-259.
- El-Sayed, E. M., Abd El-Gawad, I. A., Murad, H. A. and Salah S. H., 2002. Utilization of laboratory-produced xanthan gum in the manufacture of yogurt and soy yogurt. *European Food Research and Technology*, 215(4), 298-304.
- Erkaya, T., 2009. İnek, Manda, Koyun Ve Keçi Sütlerinden Üretilen Yoğurtların Bazı Kalite Özelliklerinin Tespiti Ve Aroma Profillerinin Belirlenmesi. Y. Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Gıda Müh. Anabilim Dalı, Erzurum.
- Everett, D. W., and McLeod, R. E., 2005. Interactions of Polysaccharide Stabilizers with Casein Aggregates in Stirred Skim-Milk Yoghurt. *International Dairy Journal*, 15(11), 1175-1183.
- Fizman, S. M., Lluch, M. A. and Salvador, A., 1999. Effect of addition of gelatin on microstructure of acidic milk gels and yoghurt and on their rheological properties. *International Dairy Journal*, 9(12), 895-901.

- Glicksman, M., 1987. Utilization of seaweed hydrocolloids in food industry. *Hydrobiologia*, 151/152(1), 31-47.
- Gonçalvez, D., Perez, M. C., Reolon, G., Segura, N., Lema, P., Gambaro, A., Varela, P. and Ares, G., 2009. Effect of Thickeners on the Texture of Stirred Yogurt. Cátedra de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Química. Gral. Flores 2124. CP 11800. Montevideo, Uruguay.
- Gündoğdu, E., 2005. Farklı şekil ve sarımsak (*Allium sativum* L.) ilavesinin yoğurdun bazı özellikleri ve raf ömrüne etkisi. Y. Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Güray, H. İ., 2009. Eksopolisakkarit Üreten Suşların Yoğurtların Çeşitli Özellikleri Üzerine Etkisi. Y. Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst., Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Van.
- Güven, 1998. Stabilizör Kullanımının Yoğurtların Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri. *Gıda* 23(2), 133-139.
- Güven, M. ve Karaca, O. B., 2003. Farklı Yöntemlerle Kurumaddesi Artırılan Sütlerden Üretilen Yoğurtların Özellikleri. *Gıda* 28(4), 429-436.
- Güven, M., Yasar, K., Karaca, B. and Hayaloglu, A., 2005. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 58(3), 180-184.
- Harwalkar, V. R. and Kalab, M. 1986. Relationship between microstructure and susceptibility to whey separation in yoghurt made from reconstituted nonfat dry milk. *Food Microstructure*, 5, 287-294.
- Hess, S. J., Roberts, R. F. and Ziegler, G. R., 1997. Rheological properties of nonfat yoghurt stabilized using *Lactobacillus delbrucckii* ssp. *bulgaricus* producing exopolysaccharide or using commercial stabilizer systems. *Journal of Dairy Science*, 80(2), 252-263.
- International Dairy Federation, 1993. Milk: Determination of the Nitrogen (Kjeldahl Method) and Calculation of the Crude Protein Content. IDF Standard 20B, Brussels: International Dairy Federation.
- Isanga, j. And Zhang G. N., 2008. Screening of stabilizers for peanut milk based set yoghurt by assessment of whey separation, gel firmness and sensory quality of the yoghurt. *American Journal of Food Technology*, 3(2), 127-133.
- Jaumees, K. and Paern, J., 2000. The effect of different stabilisators on the physical properties and sensory evaluation of the low fat yoghurt. Lopkopibas produktu nekaitigums, kvalitate un kontroles metodes, Sigulda (Latvia), LLU Zinatnes centrs "Sigra" Sigulda (Latvia).
- Jaya, S., 2009. Microstructure analysis of dried yogurt: Effect of different drying methods. *International Journal of Food Properties*, 12(3), 469 – 481.
- Jimoh, K. O. and Kolapo, A. L., 2007. Effect of different stabilizers on acceptability and shelf stability of soy-yoghurt. *African Journal of Biotechnology*, 6(8), 1000-1003.
- Kalab, M., Emmons, D. B. and Sargant, A. G., 1975. Milk-gel structure. IV. Microstructure of yoghurts in relation to the presence of thickening agents. *Journal of Dairy Research*, 42(03), 453-458.

- Karagözlü, C., 1997. Meyveli Yoğurt Üretimi, Meyve Karışımı Hazırlanması, Yoğurtların Dayanma Süreleri İle Bazı Nitelikleri Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst., Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, İzmir.
- Kawamura, Y., 2008-a. CAROB BEAN GUM. Chemical and Technical Assessment (CTA). Ph.D. for the 69th JECFA.
- Kawamura, Y., 2008-b. GUAR GUM. Chemical and Technical Assessment (CTA). Ph.D. for the 69th JECFA.
- Kınık, Ö. ve Akbulut, N., 2001. Soya Sütünden Yararlanarak Elde Edilen Yoğurtların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Gıda 26(2), 129-133.
- Koçak, C., 1995. Fermente Süt Ürünlerinde Kalite Oluşumuna Etki Eden Faktörler. 3. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu. Milli Produktivite Merkezi Yayınları No:548.
- Koksoy, A. and Kilic, M., 2004. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. Food Hydrocolloids, 18(4), 593-600.
- Konar, A., 1995. Yoğurda İşlenecek Sütün Isıtılması ve Kaliteli Yoğurt Üretiminde Uygulanabilecek Sıcaklık ve Sürenin Belirlenmesi. 3. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu. Milli Produktivite Merkezi Yayınları No:548.
- Korkmaz, A., 2005. Yağ İçeriği Ayarlanmış Sütlerden Ekzopolisakkarit Üreten Kültürlerle Üretilen Stirred Yoğurtların Bazı Özellikleri. Y. Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Kroger, M., 1975. Quality of Yogurt. Journal of Dairy Science, 59(2), 344-350.
- Kumar, P. and Mishra H. N., 2004. Mango soy fortified set yoghurt: effect of stabilizer addition on physicochemical, sensory and textural properties. Food chemistry, 87(4), 501-507.
- Kurt, A., Çakmakçı S. ve Çağlar A., 2003. Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yay. No.18.
- Kurt, A. 1995. Yoğurdun Tarihçesi ve Yeryüzüne Yayılışı. (3. Milli Süt Ve Süt Ürünleri Sempozyumu 2-3 Haziran 1994 İstanbul- Yoğurt). Milli Produktivite Merkezi Yayınları No:548, Ankara.
- Kurt, A. 1996. Süt Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü. Erzurum.
- Küçükçetin, A., Demir, M., Aşci, A. and Çomak E. M., 2010. Graininess and roughness of stirred yoghurt made with goat's, cow's or mixture of goat's and cow's milk. Small Ruminant Research, 96(2), 173-177.
- Küçüköner, E., and Tarakçı, Z., 2003. Influence of Different Fruit Additives on Some Properties of Stirred Yoghurt During Storage. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 13(2), 97-101.
- Labropoulos, A. E., Collins W. F. and Stone W. K., 1983. Effect of Ultra-High temperature and Vat Processes on Heat-Induced Rheological Properties of Yogurt. Journal of Dairy Science, 67(2), 405-409.
- Lal, S. N. D., O'Connor, C. J. and Eyres, L., 2006. Application of emulsifiers/stabilizers in dairy products of high rheology. Advances in Colloid and Interface Science, 123-126, 433-437.
- Lee, W. J. and Lucey, J. A., 2010. Formation and Physical Properties of Yogurt. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 23(9), 1127-1136.

- Leroy, F. and Vuyst, L. D., 2004. Lactic Acid Bacteria Asfunctional Starter Cultures for the Food Fermentation Industry. *Trends in Food Science & Technology*, 15(2), 67-78.
- Mahdian, F., 2007. Keten Tohumu Yağı ile Zenginleştirilmiş Sütten Yoğurt Üretimi. Y. Lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Bilimleri Enst., Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- McClements, D. J., 2005. *Food Emulsions*. Boca Raton London New York Washington, D.C. 158-165.
- Mckinley, M. C., 2005. The Nutrition and Health Benefits of Yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 58(1), 1-12.
- Mehmood, S.T., Masud T., Mahmood T. and Maqsd S., 2008. Effect of different additives from local source on the quality of yoghurt. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7(5), 695-698.
- Metin, M. 1996. Süt Teknolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi. Bornova. İzmir.
- Modler, H. W. and Kalab, M., 1983. Microstructure of Yogurt Stabilized with Milk Proteins. *Journal of Dairy Science*, 66(3), 430-437.
- Modler, H. W., Larmond M. E., Lin C. S., Froehlich D. And Emmons D. B., 1983. Physical and Sensory Properties of Yogurt Stabilized with Milk Proteins. *Journal of Dairy Science*, 66(3), 422-429.
- Mumtaz, S., Huma N., Salim - Ur - Rehman, Huma N., Jamil A. and Nawaz H., 2008. Xylooligosaccharide Enriched Yoghurt: Physicochemical and Sensory Evaluation. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7(4), 566-569.
- Najgebauer-Lejko, D., Sady M., Grega T., Faber B., Domagala J. and Machaczka B., 2007. Effect of addition of starches of different botanical origin on the texture and rheological properties of set-style yogurts. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 23(5-6-2), 95-102.
- Oh, H.E., Anema, S.G., Wong, M., Pinder, D.N. and Hemar, Y., 2007. Effect of potato starch addition on the acid gelation of milk. *International Dairy Journal*, 17(7), 808-815.
- Oysun, G., 1990. Süt ve Ürünlerinin Diyetik ve Terapatik Özellikleri. *Gıda*, 15(5), 299-304.
- Özdemir, S. ve Bodur, A. E., 1994. Yoğurt üretimi sırasında oluşan fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal olaylar. *Atatürk Ü., Zir. Fak. Der.* 25(3), 479-487.
- Özden, A., 2008-a. Yoğurdun Tarihi. *Güncel Gastroenteroloji*, 12(2), 128-133.
- Özden, A., 2008-b. Diğer Fermente Süt Ürünleri (Biyoyoğurt- Probiyotik yoğurt). *Güncel Gastroenteroloji*, 12(3), 169-181.
- Özden, A., 2009. İnsan Beslenmesinde Yoğurdun Yararlı Etkileri. *Güncel Gastroenteroloji*, 13(4), 227-231.
- Özer, B., 2006. Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa.
- Öztek, L., 1995. Yoğurda İşlenecek Sütün Kurumaddesinin Standardizasyonu. 3. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu. Milli Produktivite Merkezi Yayınları No:548.
- Penna, A. L. B., Oliveira, M. N. and Tamime, A. Y., 2003. Influence of carrageenan and total solids content on the rheological properties of lactic beverage made with yogurt and whey. *Journal of Texture Studies*, 34(1), 95-113.

- Rascón-Díaz, M. P., Tejero, J. M., Mendoza-García, P. G., García, H. S. and Salgado-Cervantes, M. A., 2010. Spray Drying Yogurt Incorporating Hydrocolloids: Structural Analysis, Acetaldehyde Content, Viable Bacteria, and Rheological Properties. *Food and Bioprocess Technology*. DOI 10.1007/s11947-009-0312-x.
- Renner, E. ve Saldamlı, İ., 1983. Beslenme Açısından Fermente Süt Ürünleri. *Gıda*, 8(6), 297-311.
- Sağdıç, O., Şimşek, B., Orhan, H. and Doğan M., 2004. Effect of κ -carrageenan on bacteria and some characteristics of yoghurt. *Milchwissenschaft*, 59(1-2), 45-47.
- Sanchez, C., Zuniga-Lopez R., Schmitt, C., Despond, S. and Hardy, J., 2000. Microstructure of acid-induced skim milk-locust bean gum-xanthan gels. *International Dairy Journal*, 10(3), 199-212.
- Sandıkçı, S. 2004. Yoğurt Üretiminde Stabilizatörlerin Kullanılması ve Bu Maddelerin Yoğurdun Organoleptik ve Bazı Fiziksel, Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul.
- Schmidt, K.A. and Smith, D. E., 1992. Rheological Properties of Gum and Milk Protein Interactions. *Journal of Dairy Science*, 75(1), 36-42.
- Schmidt, K.A., Herald T.J. and Khatib K.A., 2001. Modified wheat starches used as stabilizers in set-style yogurt. *Journal of Food Quality*, 24(5), 421-434.
- Sert, D., Akın, N. and Dertli, E., 2010. Effects of sunflower honey on the physicochemical, microbiological and sensory characteristics in set type yoghurt during refrigerated storage. *International Journal of Dairy Technology*, 64(1), 99-107.
- Sert, S., 2002. Genel Mikrobiyoloji Laboratuvar Notları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum
- Sezgin, E., 1981. Yoğurt üretiminde kullanılan stabilizatörler. *Yoğurt Teknolojisi*.
- Sezgin, E., Atamer, M. ve Gürsel A., 1988. Yerli ve Yabancı Starter Kullanılarak Yapılan Yoğurtların Kaliteleri Üzerine Bir Araştırma. *Gıda*, 13(1), 5-11.
- Sharma, B.R., Naresh L., Dhuldhoya, N.C., Merchant, S.U. and Merchant, U.C., 2006. Xanthan Gum - A Boon to Food Industry. *Food Promotion Chronicle*, 1(5), 27-30.
- Singh, G. and Muthukumarappan K., 2008. Influence of calcium fortification on sensory, physical and rheological characteristics of fruit yogurt. *LWT- Food Science and Technology*, 41(7), 1145–1152.
- Smit, G. 2003. *Dairy Processing*. CRC Pres. 2000 Corporate Blvd, NW, Boca Raton FL 33431, USA.
- Sodini, I., Montella, J. and Tong P. S., 2005. Physical properties of yogurt fortified with various commercial whey protein concentrates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(5), 853–859.
- Soukoulis, C., Panagiotidis P., Koureli R. and Tzia C., 2007. Industrial yogurt manufacture: Monitoring of fermentation process and improvement of final product quality. *Journal of Dairy Science*, 90(6), 2641-2654.
- Spreer, E., 1998. *Milk And Dairy Product Technology*. 270 Madison Avenue, New York, New York 10016.
- Supavitpatana, P., Wirjantoro T. I., Apichartsrangkoon A. and Raviyan P., 2008. Addition of gelatin enhanced gelation of corn-milk yogurt. *Food Chemistry*, 106(1), 211-216.

- Şahan, N., Yasar K. and Hayaloglu, A.A., 2007. Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a β -glucan hydrocolloidal composite during storage. *Food Hydrocolloids*, 22(7), 1291-1297.
- Tamime, A. Y. and Robinson R. K., 2007. *Yoghurt science and technology*. Boca Raton Boston New York Washington, DC. 35-41.
- Tayar, M., Şen, C. ve Güneş, E. (1995). Yogurt üretiminde bazı stabilizör maddelerin kullanılması. *Gıda*, 20(2), 103-106.
- Thauidom, S. and Goff, H. D., 2003. Effect of κ -carrageenan on milk protein polysaccharide mixtures. *International Dairy Journal*, 13(9), 763-771.
- Torriani, S., Gadrini, F., Elisabetta-Guerzoni, M. and Dellaglio, F., 1996. Use of response surface methodology to evaluate some variables affecting the growth and acidification characteristics of yoghurt cultures. *International Dairy Journal*, 6(6), 625-636.
- Trachoo, N., 2002. Yogurt: The Fermented Milk. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 24(4), 727-734.
- Tunçtürk, Y., Zorba, Ö. And Özrenk, E., 2000. Farklı Homojenizasyon Basıncı Derecelerinin Set Yoğurtların Bazı Fiziksel, Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özelliklerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(1), 45-52.
- Türkoğlu, H., 1995. Meyveli Yoğurtların Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Meyve Çeşidi ve Muhafaza Süresinin Etkisi. *Y. Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum*.
- Türkoğlu, H., Atasoy F. ve Özer B., 2003. Şanlıurfa İlinde Üretilen Ve Satışa Sunulan Süt Yoğurt Ve Urfa Peynirlerinin Bazı Kimyasal Özellikleri. *Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(3-4), 69-76.
- Uysal, H., Kınık, Ö. ve Gönç S., 1995. Yoğurda İşlenecek Sütün Özellikleri ve Antibiyotiklerin Yoğurt Teknolojisine ve Kalitesine Etkileri. *3. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu. Milli Produktivite Merkezi Yayınları No:548*.
- Ünal, B., Metin, S. and Develi Işıklı, N., 2003. Use of response surface methodology to describe the combined effect of storage time, locust bean gum and dry matter of milk on the physical properties of low-fat set yoghurt. *International Dairy Journal*, 13(11), 909-916.
- Walstra, P., Wouters J. T. M. and Geurts, T. J. 2006. *Dairy Science And Technology*. CRC Pres. Taylor & Francis Group. 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300. Boca Raton London, New York.
- Wang, W. and Zhao, X., 2006. Influence of thickeners on the texture of yogurt. *China Dairy Industry*, 11.
- Yaygın, H., 1999. *Yoğurt Teknolojisi*. Akdeniz Üniversitesi Basımevi, Antalya.
- Yaygın, H., 2002. Laktoz İntolerans ve Süt Alerjisi. *Dünya Gıda*, 05, 36-37.
- Yılmaz, L., 2006. *Yoğurt Benzeri Fermente Süt Ürünleri Üretiminde Farklı Probiyotik Kültür Kombinasyonlarının Kullanımı*. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Gıda Müh. Anabilim Dalı, Bursa.
- Yurdagel, Ü., 1983. Xanthan Gum (Xanthan Sakızı). *Gıda*, Yıl: 8, Ocak-Şubat, Sayı: 1
- Zhao, Z., Li, Q., Wei X. and Zhao H., 2009. Effect of xanthan on the properties of yogurt curd and its mechanism. *Science and Technology of Food Industry*, 05.
- Zhiyuan, X., Linghua Z. and Yinyu W., 2009. The Application of Carrageenan, Guar Gum and Pectin in Yogurt. *Journal of Dairy Science and Technology*, 06.

ÖZGEÇMİŞ

23.05.1975 tarihinde Erzurumda doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum'da tamamladı. 1998 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2004 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda başladığı Doktora öğrenimine devam etmektedir.