

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PROTEİN ESASLI YAĞ İKAME MADDESİ KULLANIMININ YAĞSIZ YOĞURDUN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Fatma SEZEN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Celalettin KOÇAK

Bu çalışmada, protein esaslı yağ ikame maddesi olan Dairy Lo'nun %1 ve %2 gibi iki farklı oranı kullanılarak , rekonstitüe süttten üretilen, yağsız set tipi yoğurtların fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuusal özellikleri incelenmiştir. Yoğurt örneklerinde depolamanın 1., 7. ve 15. günlerinde titrasyon asitliği, pH, asetaldehit, laktik asit, serum ayrılması, viskozite, konsistens değerleri saptanmıştır. Ayrıca yoğurt örneklerinde duyuusal değerlendirmeler de yapılmıştır.

Bu çalışma sonucu elde edilen bulgular protein esaslı yağ ikame maddesi Dairy Lo ilavesinin yağsız yoğurdun konsistens ve viskozitesini artırıp, serum ayrılmasını azalttığını göstermiştir. Dairy Lo'nun %2 oranında kullanımının yağsız set tip yoğurdun kalitesini iyileştirdiği belirlenmiştir.

2005, 51 sayfa

ANAHTAR KELİMELEER: Yağsız Set tip Yoğurt, Protein esaslı Yağ ikame madde, kalite

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECT OF USING PROTEIN BASED FAT REPLACER ON QUALITY OF NONFAT YOGHURT

Fatma SEZEN

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

Supervisor: Prof. Dr. Celalettin KOÇAK

In this study, physical, chemical, textural and sensory properties of nonfat yoghurts were manufactured from reconstituted skimmed milk powder using two different levels(1% and 2%) of Dairy Lo as fat replacer were investigated. In yoghurt samples, titratable acidity, pH values, acetaldehyde, lactic acid, serum separation, viscosity, consistency values were determined at 1., 7. and 15. days of storage. Organoleptic evaluation was carried out.

From the results, it was found that the addition of different levels of Dairy Lo to reconstituted skimmed milk were increased consistency and viscosity of non fat yoghurts and decreased serum separation of non fat yoghurts. The addition of 2% level of Dairy Lo were improved the quality of non fat yoghurt.

2005, 51 pages

KEY WORDS: Non fat set type Yoghurt, protein based fat replacer , quality

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın tüm aşamalarında değerli bilgi ve önerileriyle beni yönlendiren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Celalettin KOÇAK'a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi), çalışmam boyunca yardım desteğini hep hissettiğim Arş.Gör.Filiz YILDIZ'a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi), proje grubundan Onur KÖMÜRLÜ (Atatürk Orman Çiftliği) ve Özlem KÜÇÜKAKGÜL'e, tez çalışmam boyunca maddi ve manevi varlıklarını yanımda hissettiğim dostlarım N.Esin KERİMOĞLU'na ve Hülya ANNAK'a , uzaktaki dostlarım Arş.Gör.Özge Duygu OKUR, Gülsen SARIKUŞ ve Arş.Gör.Gülay ÖZDEMİR'e (Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü), Laborantımız Seval MUNGAN'a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi), bölümümüz Eğitim, Araştırma ve Uygulama İşletmesi'ne ve ayrıca her şeyimi borçlu olduğum aileme sonsuz teşekkürler.

Fatma SEZEN
Ankara, Temmuz 2005

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1.GİRİŞ.....	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1.Materyal.....	10
3.1.1.Yoğurtların yapımında kullanılan rekonstitüe sütün elde edilmesinde kullanılan süttozu	10
3.1.2.Süt yağı.....	10
3.1.3.Protein esaslı yağ ikame maddesi	10
3.1.4.Starter kültür.....	10
3.2.Yöntem.....	10
3.2.1.Yoğurt örneklerinin üretimi.....	10
3.2.2.Uygulanan analizler.....	11
3.2.2.1.Rekonstitüe yoğurt sütüne uygulanan analizler.....	11
3.2.2.2.Yoğurtlara uygulanan analizler	12
4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	14
4.1.Yoğurt Yapımında Kullanılan Rekonstitüe Sütün Bazı Nitelikleri.....	14
4.2.Yoğurt Örneklerine İlişkin Araştırma Sonuçları.....	14
4.2.1.Toplam kuru madde oranları.....	14
4.2.2.Yağ oranları.....	16
4.2.3.Toplam protein oranları.....	17
4.2.4.Titrasyon asitliği değerleri.....	18
4.2.5.pH değerleri.....	20
4.2.6.Laktik asit değerleri.....	22

4.2.7.Asetaldehit değerleri.....	24
4.2.8.Konsistens değerleri.....	26
4.2.9.Viskozite değerleri.....	29
4.2.10.Serum ayrılması değerleri.....	32
4.2.11.Duyusal değerlendirme sonuçları.....	35
5.SONUÇ	42
KAYNAKLAR	44
ÖZGEÇMİŞ	51

SİMGELER DİZİNİ

TKM	Toplam Kuru Madde
Yim	Yağ İkame Maddesi
g	Gram
l	Litre
kg	Kilogram
cm ²	Santimetrekare
°SH	Soxhelet-Henkel
cP	Centipoise
pH	Aktif Asitlik
k-kazein	Kapa-kazein
B-Lg	β -Laktoglobulin
ml	Mililitre
ppm	Milyonda bir kısım
GRAS	Genel olarak güvenilirliği onaylanmış

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1.	Yoğurt örneklerinin toplam kurumadde içerikleri.....	15
Şekil 4.2.	Yoğurt örneklerinin yağ oranları.....	16
Şekil 4.3.	Yoğurt örneklerinin toplam protein oranları.....	18
Şekil 4.4.	Yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri.....	20
Şekil 4.5.	Yoğurt örneklerinin pH değerleri.....	22
Şekil 4.6.	Yoğurt örneklerinin laktik asit içerikleri.....	24
Şekil 4.7.	Yoğurt örneklerinin asetaldehit içerikleri.....	26
Şekil 4.8.	Yoğurt örneklerinin konsistens değerleri	29
Şekil 4.9.	Yoğurt örneklerinin viskozite değerleri	32
Şekil4.10.	Yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerleri	34
Şekil4.11.	Yoğurt örneklerinin görünüş puanları.....	36
Şekil4.12.	Yoğurt örneklerinin kıvam puanları.....	37
Şekil 4.13	Yoğurt örneklerinin koku puanları.....	38
Şekil 4.14	Yoğurt örneklerinin tat puanları.....	39
Şekil 4.15	Yoğurt örneklerinin toplam duyuşsal puanlarında görülen değişimler.....	40
Şekil 4.16	Yoğurt örneklerinin ortalama duyuşsal puanlarının değişimi.....	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Duyusal değerlendirmede kullanılan puan cetveli.....	13
Çizelge 4.1.	Rekonstitüe sütün bazı nitelikleri.....	14
Çizelge 4.2.	Yoğurt örneklerinin toplam kuru madde içerikleri.....	15
Çizelge 4.3.	Yoğurt örneklerinin yağ oranları.....	16
Çizelge 4.4.	Yoğurt örneklerinin toplam protein oranları.....	17
Çizelge 4.5.	Yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri.....	19
Çizelge 4.6.	Yoğurt örneklerinin pH değerleri.....	21
Çizelge 4.7.	Yoğurt örneklerinin laktik asit değerleri	23
Çizelge 4.8.	Yoğurt örneklerinin asetaldehit değerleri.....	25
Çizelge 4.9.	Yoğurt örneklerinin konsistens değerleri.....	27
Çizelge 4.10.	Yoğurt örneklerinin viskozite değerleri.....	30
Çizelge 4.11.	Yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerleri.....	33
Çizelge 4.12.	Yoğurt örneklerinin duysal değerleri.....	35

1.GİRİŞ

Geleneksel süt ürünlerimizden birisi olan yoğurt, ülkemizin her bölgesinde yaygın olarak üretilip tüketilmektedir. Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği yoğurdu *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* ve *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* bakterilerinin laktik asit fermentasyonu ile meydana gelen koagüle ürün olarak tanımlamaktadır. Yoğurt, tanımda belirtilen laktik asit bakterilerini içeren, kendine özgü tat, aroma ve kıvama sahip fermente bir süt ürünüdür.

Sütün fermentasyon yolu ile asitliğinin geliştirilip ürüne dönüştürülmesi böylece raf ömrünün uzatılması eskiden beri bilinen ve uygulanan yöntemlerden biridir. Bilindiği gibi bu yöntemle elde edilen süt ürünleri fermente süt ürünleri olarak tanımlanmaktadır. Bu fermente süt ürünlerinin en önemlilerinden birisi de yoğurttur.

Yoğurdun nemi ve tüketimindeki yaygınlık; onun sahip olduğu yüksek besin değeri ve insan sağlığına olan katkılarında kaynaklanmaktadır. Yoğurt öncellikle sütün bileşiminde yer alan tüm besin ögelerini daha konsantre bir Şekilde içermektedir. Yoğurt retimi esnasında sütün geçirdiği işlem aşamalarından dolayı bu besin ögelerinin sindirimi de daha kolay olmaktadır (Sezgin 1999). Ayrıca yoğurt, *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* bakterilerini canlı olarak içerdiği için gastrointestinal bölgede sağlık açısından büyük öneme sahiptir (Tamime ve Robinson 1999, Fondn vd 2000).

Yoğurdun fiziksel, kimyasal ve duyuusal özelliklerini etkileyen pek çok faktör vardır. Hammaddenin kalitesi (toplam kuru madde içeriği, protein içeriği, kazein ve kazein olmayan proteinlerin oranı, asitliği), katkı maddeleri, homojenizasyon, ısıl işlem normu, denatüre serum proteinleri, kullanılan kültür, inokülüm miktarı, inkübasyon sıcaklığı, soğutma ve depolama Őartları yoğurdun kalite kriterleri üzerinde etkilidirler (Barrantes vd 1994c).

Bu faktörlerden birini oluşturan toplam kuru maddenin bir bileşeni olarak da yağ, yoğurdun kalite özellikleri üzerinde önemli etkiye sahiptir. Çünkü yağ yoğurt pıhtısını oluşturan ağ yapıdaki temel bileşenlerden biridir. Yoğurt pıhtısı, ısıl işlem ve asitlik

etkisiyle k-kazein ve serum proteinlerinden β -Lg arasında interaksiyon sonucu proteinlerin hidrofilik niteliklerinin artmasıyla karakterize edilmektedir. Bu ağ yapının içine yağ globülleri de girmekte ve böylece pıhtı daha da stabil olmaktadır (Sezgin 1999).

Yağ A, D, E, K gibi vitaminleri taşıması, linoleik ve linolenik asit gibi yağ asitlerinin kaynağı olması ve insanın büyümesi ve gelişmesi için gerekli enerjiyi sağlamanın yanında, tat ve aroma bileşenlerinin dağılımının sağlanmasında önemli bir çözücü olması bakımından da çok önemlidir. En önemli etkisi de yoğurttaki tekstür ve ağız hissi sağlamasıdır.

Yoğurdun yapısında bulunan karbonhidrat ve protein gibi diğer bileşenler aroma maddelerini absorblayabilmelerine rağmen çözememekte dirler bu da aromanın tam olarak hissedilmesini önlemektedir. Oysa yağ, daha önce de belirtildiği gibi bunu en iyi şekilde yapmaktadır. Dolayısıyla üründe yağın olmaması istenmeyen duyu sal ve fiziksel kusurlara neden olmaktadır (Huyghebaert vd 1996, Tamime vd 1994).

Yoğurt üretiminde yağın bu kadar faydalı ve önemli olmasının yanında günümüzde tüketiciler daha az yağlı veya yağsız ürünleri tüketmeye -buna yoğurttaki büyük oranda dahildir- yönelmişlerdir. Çünkü teknolojinin gün geçtikçe ilerlemesiyle enerji tüketimi genel olarak azalmış, gıdalarla yüksek oranda yağ alımı obezite ve bazı tip kanserlerin riskini artırmış ve yüksek oranda doymuş yağ alımı kan kolesterol seviyesini dolayısıyla koroner kalp rahatsızlıkları riskini artırmıştır (Akoh 1998). Bu nedenle, günümüzde insanlar yağı azaltılmış veya yağsız ürünlere yönelmiştir. Fakat bu arada da yağsız veya az yağlı ürünlerde yağlı ürünlerin özelliklerini aramışlardır (Clark 1994).

Bununla bağlantılı olarak da yoğurt üreticileri tüketici isteklerini onların beklentileri doğrultusunda gerçekleştirme çabası içine girmişlerdir. Yağı standardize edilmiş veya yağı azaltılmış ürün uygulamaları süt teknolojisinde uzun süredir vardır, bununla birlikte, süt teknolojisinde yağ ikame maddelerin kullanımı çok yenidir. Süt teknolojisinde yağ ikame maddelerin kullanıldığı ürünlerden bir tanesi de yoğurttur (Huyghebaert vd 1996 , Barrantes vd 1994a , Tamime vd 1994) .

Yağ ikame maddeleri, yağın yerini tutabilmeleri daha da önemlisi sağlık yönünden, yağdan daha az kalori vermeleri ile dikkat çekmişlerdir. Bu nedenle kalorisi azaltılmış ürünlerde düşük yağ oranının neden olduğu duyuşsal ve fiziksel olumsuzlukları önlemek ve iyileştirmek amacıyla yağ ikame maddeler kullanılmaktadır.

Teknolojide kullanılan yağ ikame maddeleri :

1- Fat substitutes : Yağ Esaslı İkame maddeler

2- Fat mimetics : Protein veya Karbonhidrat Esaslı İkame maddeler

olmak üzere 2 sınıfta incelenmektedir (Akoh 1998).

Bu maddelerden protein esaslı yani “fat mimetics” olarak ifade edilen grup, süt ve yumurta proteinlerine uygulanan ısı ve yüksek deformasyon kuvveti gibi işlemlerin sonucunda elde edilir. Literatürlerden elde edilen bilgilere göre;

Doğal kaynaklı bu proteinler, süt yağını oluşturan küçük globüllerle aynı boyutta(0.01-2.0 µm) olup, kremamsı akışkan özelliğe sahiptir. Ayrıca bu proteinler ürün içerisinde bağladıkları suyu çok düzgün bir şekilde dağıtmakta ve emülsifiye edici özellikte oldukları için serum ayrılmasını önlemektedirler. Süt teknolojisinde kullanılan ısı işlem normlarına uygunluk göstermekte, yoğurt gibi fermente süt ürünlerinde kültür faaliyetlerini etkilememekte ve tanecik boyutu olarak küçük ve sayı olarak da fazla oldukları için ışığı yansıtmakta yani parlaklık vermektelerdir (Tamime vd 1994).

Yoğurt ve diğer süt ürünlerinde protein esaslı yağ ikame maddelerden Simplese®100 ve Dairy-Lo™ ticari isimli serum proteini esaslı yağ ikame maddelerin kullanımı yaygındır. Bunlardan Simplese®100 mikropartiküle edilmiş serum proteini dir.

Dairy-Lo™ ise modifiye serum proteini konsantresidir.

Planlanan bu çalışmada da Dairy-Lo™ maddesi kullanımının yağsız set tipi yoğurtların kalitesi üzerine yani; fiziksel, kimyasal ve duyuşsal nitelikleri üzerinde etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu bölümde az yağlı ve yağsız set tip yoğurt üretiminde protein esaslı yağ ikame maddesi kullanımının kaliteyi nasıl etkilediğine dair çalışmalar tarih sırasına göre özetlenerek verilmiştir.

Yağın ikame edilmesinde en önemli ve esas nokta; gıda maddelerinden yağ uzaklaştırılırken onun gıdaya verdiği olumlu özelliklerin sağlanabilmesidir (Huyghebaert vd 1996).

Yağ ikame edilmesinde ilk adım yağın fonksiyonunun anlaşılmasıdır. Yağ, gıdaların tekstür ve aromalarında önemli rol oynamaktadır. Ayrıca yağ gıdalara görünüş, ağız hissi ve stabilite sağlamaktadır (Akoh 1998).

Yağ ikame edilen sistemlerde ortak element sudur ve yağın başarıyla ikame edilebilmesi için suyun kontrol altına alınması gerekmektedir. Yağ ikame edilebilmesi amacı ile proteinler, nişastalar, gamlar, dekstrinler, lifli polisakkaritler ve emülsifiyerler uzun süredir kullanılmaktadır (Clark 1994).

Proteinler su bağlama konusunda nişastalara göre daha az etkilidirler, fakat proteinlerin daha hidrofobik özellikte olmaları onların emülsifiye edici özellikteki yağı taklit etme ve aroma başta olmak üzere diğer gıda bileşenleri ile interaksiyon kabiliyetini geliştirmektedir. Proteinler süt ürünlerinde yağı ikame etmede, suyu bağlayarak emülsifiye edici özellikleri ile önemli rol oynamaktadırlar. Süt ve ürünlerinde yaygın olarak kullanılan Dairy Lo™ modifiye bir serum proteini konsantresidir. Hafif ısı ile işleme elde edilir ve %60-80 denaturasyon derecesine sahiptir. Ayrıca mikropartikül değildir ve su bağlama ve emülsifikasyon gibi fonksiyonlara sahip GRAS statüsünde olan bir yağ ikame maddesidir (Tamime vd 1994).

Üç kazein üç serum proteini esaslı toplam altı proteinin üç farklı oranı (%0.05, %1, %1.5) kullanılarak üretilen 18 yağsız yoğurt örneğinde fiziksel ve duyu özellikler karşılaştırılmıştır. Artan miktarlarda protein ilavesinin jel sıkılığını artırdığı ve serum

ayrılmasını azalttığı görülmüştür. Burada jelatin katkıli kontrol örneğinin sodyum kazeinatı takiben en az sinereze sahip olduğu görülmüştür. Genelde kazein esaslı yoğurtlar serum proteini katkıli yoğurtlara göre daha sıkı ve daha az serum ayrılmasına neden olmaktadır. Kazein esaslı proteinlerden üretilen yoğurtlar genelde pürüzsüzlük ve görüntü bakımından jelatine göre daha kalitesizdir. %1 ve %1.5 oranlarında serum proteini ilaveli yoğurtlar genelde kazein esaslı yoğurtlara göre hem görünüş hem de pürüzsüzlük bakımından daha üstündürler (Modler vd 1983). Aynı çalışmada bu yoğurtların tarayıcı elektron mikroskobu ile yapıları gözlenmiştir. Üç ticari serum proteini ile hazırlanan yoğurtların kazein esaslı yoğurtlarla yapıca benzerlik gösterdiği fakat kazein esaslı yoğurtlardan farklı olarak, intermisellar boşluklara dağılmış olan floküle proteinleri kapsayan bir yapı gösterdikleri belirtilmiştir. Araştırmacılar, serum proteinleri ile hazırlanan yoğurtların kazein esaslı proteinlerle hazırlananlara göre daha yumuşak yapıya sahip olduklarını ve daha çok serum ayrılması olduğunu gözlemlemişlerdir (Modler vd 1983).

Başka bir çalışmada ise toz halinde konsantre süt proteini katkıli yağsız süttten yağsız yoğurtlar elde edilmiştir. Yaklaşık %84 süt proteini içeren bu toz, %5.2-11.3 toplam protein elde etmek için, yağsız süte ilave edilmiştir. Bu yoğurtların elektron mikroskobu görüntüleri elde edilmiş ve incelenmiştir. Bu görüntülerden elde edilen sonuçlara göre protein tozu ilaveli ve %5.6 protein içeren yoğurtların, sıklıkta kontrol örnekleriyle (%14 TKM'li yağsız süttten elde edilen) benzerlik gösterdiği ifade edilmiştir. Ayrıca %5.6'dan daha fazla protein içeren yoğurtların çok sıkı oldukları gözlenmiştir. Elektron mikroskobundan elde edilen görüntüler yoğurtların protein içeriği arttıkça yoğurtlarda porozitenin yani gözenekliliğın azaldığını göstermiştir. Protein içeriğini %5.6'ya kadar artırmanın kaliteli yağsız yoğurt eldesini sağladığı görülmüştür. Burada protein ilavesinin stabilizer ilave etmeksizin sıkı bir yapı sağlamada ve minimum serum ayrılması elde etmede iyi sonuç verdiği belirlenmiştir (Mistry vd 1992).

Yağsız süttözundan elde edilen rekonstitüe süte %1.5 oranında mikropartiküle serum proteini Simplese®100'ün kuru ve sıvı formları yağ ikame madde olarak ilave edilmiş ve düşük kalorili yoğurt elde edilmiştir. Bu yoğurtlar %1.5 süt yağı ilave edilmiş olan kontrol örneği ile karşılaştırılmıştır. Yağ ikame maddeli yoğurtlar kalite bakımından

kontrol örneğine benzerlik göstermiştir. Fakat yağ ikame maddeli yoğurtlarda süt yağlı kontrol örneğine göre daha yüksek serum ayrılması ve daha düşük sıklık gözlenmiştir. Duyusal bakımdan süt yağlı kontrol örneğinde daha fazla yoğurt kokusu gözlenmiştir. Fakat Simplese®100'ün kuru ve yaş formlarının %1.5 oranında ilave edilmesiyle elde edilen yoğurtların reolojik bakımdan kontrol örneği ile benzerlik gösterdiği görülmüştür. Araştırma bulguları toplu olarak değerlendirilerek Simplese®100'ün kuru ve yaş formlarının süte %1.5 oranında ilave edilmesiyle başarılı bir şekilde düşük kalorili yoğurt üretilebileceği belirtilmiştir (Barrantes vd 1994). Bu çalışmanın devamı olarak %1.5 oranında Simplese®100 ilavesinin set tip yoğurdun mikrostrüktürüne etkisi elektron mikroskopunda incelenmiştir. Burada yağ ikame madde kullanılarak yapılan yoğurtlarda süt yağından yapılan yoğurtlara göre daha kısa zincirler gözlenmiştir. Ayrıca yağ ikame maddeli yoğurtların süt yağı içeren yoğurtlara göre daha yumuşak yapıda ve serum ayrılmasına daha duyarlı oldukları belirlenmiştir (Tamime vd 1995).

Protein esaslı olan ve süt ürünlerinde yaygın olarak kullanılan iki yağ ikame maddesi olan Dairy-Lo™ ve Simplese®100 ile yapılan bir çalışmada, Dairy-Lo™ ve Simplese®100'ün %0.5 ve %1 oranlarında kullanımının set tip yağsız yoğurt kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Kullanılan katkı maddelerinin inkübasyon süresine etkileri incelenmiş, yoğurt örneklerinin bileşimleri belirlenmiş ve depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde asitlik gelişimi ve reolojik özellikleri ile duyusal özellikleri saptanmıştır. Yağsız yoğurt üretiminde Dairy-Lo™ ve Simplese®100 kullanımının inkübasyon süresi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. %1 Simplese®100 ilave edilen yoğurtların reolojik özellikler bakımından en kötü grubu oluşturduğu, %1 Dairy-Lo™ ilave edilen yoğurtların ise duyusal değerlendirme bakımından en az beğenilen grubu oluşturduğu belirtilmiştir. Bu çalışma sonucu araştırmacılar denemeye alınan oranlarda Dairy-Lo™ ve Simplese®100 ilavesinin yağsız kontrol grubu ile karşılaştırıldığında set tip yağsız yoğurt kalitesine bir üstünlük kazandırmadığını ifade etmişlerdir (Öztürk vd 2000).

Yoğurdun temelini oluşturan kazein ve serum proteinleri arasındaki oransal değişimin yoğurt pıhtısını nasıl etkilediğini araştıran bu çalışmada, kazein: serum proteini oranları 4.7:1 ile 0.5:1 değişen değerlerde rekonstitüe sütlerden set yoğurtlar elde edilmiştir.

Kazein: serum proteini oranı azaltıldığında yoğurtların maksimum jel gücünün arttığı, serum ayrılmasının azaldığı ve jelin ise genelde daha az viskoz olduğu belirlenmiştir. Tarayıcı elektron mikroskobu görüntüleri daha düşük oranda kazein içeren jelin daha iyi bir yapı gösterdiğini çok sayıda küçük gözenekler ve çapraz bağlantılardan oluşan yoğun bir ağ tabaka oluştuğunu göstermiştir. Kazein:serum proteini oranı sabit tutulduğunda jelin fiziksel özelliklerinin benzer olduğu ifade edilmiştir. Kazein:serum proteini oranı ile yoğurdun fiziksel özellikleri arasındaki ilişki yoğurt ağtabakasının mikrostrüktürü konusu kapsamında düşünülmüştür (Puvanenthiran vd 2002).

Bir diğer araştırmada ise protein esaslı yağ ikame maddesi olan Simplese®100'ün %0.5 ve %1 gibi iki farklı oranının kullanımının set tip yarım yağlı ve yağsız yoğurt kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada elde edilen yoğurt örnekleri +4°C'de depolanmış ve depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde çeşitli fiziksel, kimyasal ve duyu analizleri yapılmıştır. Burada yağlı, yarım yağlı ve yağsız kontrol grubu örnekleri ile yarım yağlı ve yağsız yoğurt örneklerine %0.5 ve %1 oranlarında Simplese®100 ilave edilmiştir. Yağlı örnekte en düşük serum ayrılması gözlenirken, %0.5 ve %1 oranlarında Simplese®100 ilave edilen yağsız grup örneklerde en yüksek serum ayrılması belirlenmiştir. Yağlı örneklerin en sert oldukları ve Simplese®100 ilave edilen gruplarda ise daha düşük sertlik gözlenmiştir. Simplese®100 ilave edilen yarım yağlı ve yağsız yoğurt örneklerinde diğerlerine göre viskozite değerlerinin düşük olduğu gözlenmiştir. Örnekler duyu olarak incelendiğinde tat açısından en beğenilen grubu yağlı grup oluşturmuştur. En az beğenilen grubu ise yağsız ve Simplese®100 ilave edilen gruplar oluşturmuştur. Yarım yağlı yağsız yoğurt üretiminde %0.5 ve %1 oranında Simplese®100 kullanımının etkisinin irdelendiği bu çalışmada üretimde özellikle yarım yağlı yoğurtlarda ve bir ölçüde de yağsız yoğurtlarda %0.5 oranında Simplese®100 ilavesinin elde edilen yoğurtların niteliklerini iyileştirdiği sonucuna varılmıştır (Uysal vd 2002).

Serum proteini konsantresi (Dairy-Lo™), Mikropartiküle serum proteini (Simplese 100), modifiye tapyoka nişastası (Lactomix) gibi üç yağ ikame maddesi kullanılarak rekonstitüe süttten TKM'si %12'ye ve yağ içeriği %1.5'a standardize edilerek yoğurt elde edilmiştir. Bunlara ilaveten bir tane yağ ikame madde ilave etmeksizin %1.5 yağlı

ve TKM'si %12'ye ayarlanmış kontrol örneği hazırlanmış ve yine tam yağlı kontrol örneği hazırlanmıştır. Bunların tekstür analizleri ve mikrostrüktürleri yarım yağlı ve tam yağlı yoğurt örnekleri ile karşılaştırılmıştır. Burada tarayıcı elektron mikroskobu ile elde edilen gözlemler sonucu serum proteini konsantresi (Dairy-Lo™) olan yoğurtlarda kazein misellerinin hakim olarak uzun zincirlere partikül partikül bağlandığı görülmüştür. Bu tam yağlı örnekle benzerlik göstermiştir. Mikropartiküle serum proteini (Simplese 100) olan yoğurtlar az yağlı örnekle benzer olarak kazein miselleri dağınık bir yapı göstermiştir, daha az sıklık gözlenmiştir. Modifiye tapyoka nişastası (Lactomix) ile yapılan yoğurtlar tam yağlı yoğurda göre daha fazla sıklık göstermiştir (Castilla vd 2004).

Yoğurdun reolojik özelliklerinin formüle edilerek saptandığı diğer bir çalışmada (Calleros vd 2004) serum proteini konsantresi Dairy-Lo™ ile mikropartiküle serum proteini Simplese 100 ve bunların karışımı kullanılarak az yağlı yoğurt yapılmış ve bu yoğurtların akışkanlık ve sürtünme(creep) uyum özellikleri belirlenmiş ve bunlar tam yağlı yoğurtla karşılaştırılmıştır. Araştırmacılar, az yağlı yoğurtların protein ağ tabakası üzerinde serum proteini konsantresi (Dairy-Lo™), mikropartiküle serum proteinleri (Simplese 100) ve bunların karışımının etkisinin açıklanmasında -Akışkanlık ve sürtünme(creep) uyumu- bilgisinin faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Serum proteini konsantresi (Dairy-Lo™) ilavesinin protein ağ tabakası yapısında tam yağlı yoğurttakine benzer olarak akışkan ve vizkoelastik özellikler gösterdiği belirlenmiştir. Mikropartiküle serum proteini (Simplese 100) ilavesinin tek başına veya serum proteini konsantresi ile karışım halinde katılması durumunda az yağlı yoğurdun reolojik özelliklerini geliştirmediği gözlenmiştir.

Seydim vd (2005) protein esaslı yağ ikame maddesi olan Dairy-Lo™ ve karbonhidrat esaslı yağ ikame maddesi olan İnülin kullanarak yaptıkları az yağlı set tip yoğurtların iki haftalık depolama sürecinde kimyasal, tekstürel ve duyusal özelliklerini incelemişler ve bunları tam yağlı ve düşük yağlı yoğurtlarla karşılaştırmışlardır. Burada yoğurt üretimi hammadde çiğ sütün yağ içeriği %1.5'a ayarlanarak yapılmıştır. Yağ standardizasyonundan önce tam yağlı süt kontrol olması için ayrılır ve diğer yağı standardize edilmiş olan süt 4 kısma ayrılmıştır ve bunlardan ilk kısma %1.7 oranında

İnülin, ikinci kısma %1.7 oranında Dairy-Lo™, diğer kısma ise Dairy-Lo™ ve İnülin kombinasyonu sırasıyla %0.75 ve %0.85 oranlarında karıştırılarak ilave edilmiştir ve son kısım ise yağ ikame madde katılmaksızın az yağlı kontrol örneği olarak ayrılmıştır. Bu çalışmada az yağlı kontrol örneğinin diğerlerine göre en düşük jel gücüne sahip olduğu görülmüştür ve depolama sonunda Dairy-Lo™'lu yoğurtların jel gücünün diğer örneklere göre az miktarda arttığı gözlenmiştir. Burada duyusal özelliklerin yağ ikame maddeleri ilavesiyle pozitif olarak etkilendiği görülmüştür.

Sodini vd (2005) yaptıkları çalışmada probiotik bakteri içeren ve süt protein hidrolizatları ilave edilerek elde edilen yoğurtların fiziksel özelliklerini ve mikrostrüktürlerini incelemişlerdir. Çalışmada üç kazein hidrolizatı ve üç serum proteini hidrolizatı 0.25- 4 gL⁻¹ oranlarında değişen konsantrasyonlarda yoğurt sütüne ilave edilmişlerdir. Sonra sütler iki farklı kültürle inoküle edilerek fermente edilmiş ve hidrolizat ilave edilen yoğurtlar katkısız kontrol örnekleriyle karşılaştırılmıştır. Mikrostrüktürel gözlemler süt protein hidrolizatları içeren yoğurtların daha açık ve daha az dallanmış yapı oluştuğunu göstermiştir. Çalışma sütün süt protein hidrolizatları ile katkılandırılmasının yoğurt tekstür gelişimini negatif yönde etkilediğini göstermiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Yoğurtların yapımında kullanılan rekonstitüe sütün elde edilmesinde kullanılan sütün

Hammadde rekonstitüe sütün elde edilmesinde kullanılan düşük sıcaklıkta pastörize edilmiş sütün üretilen yağsız sütün (%96 TKM'li) Enka Süt ve Gıda Mamülleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den (Konya) temin edilmiştir.

3.1.2. Süt yağı

Standardizasyon için gerekli süt yağı Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Eğitim-Araştırma ve Uygulama İşletmesi'nden temin edilmiştir.

3.1.3. Protein esaslı yağ ikame maddesi

Burada Carbery Group, Ballineen, County Cork, Ireland firmasından temin edilen Carbelac Dairy Lo ticari isimli protein esaslı yağ ikame maddesi kullanılmıştır.

3.1.4. Starter kültür

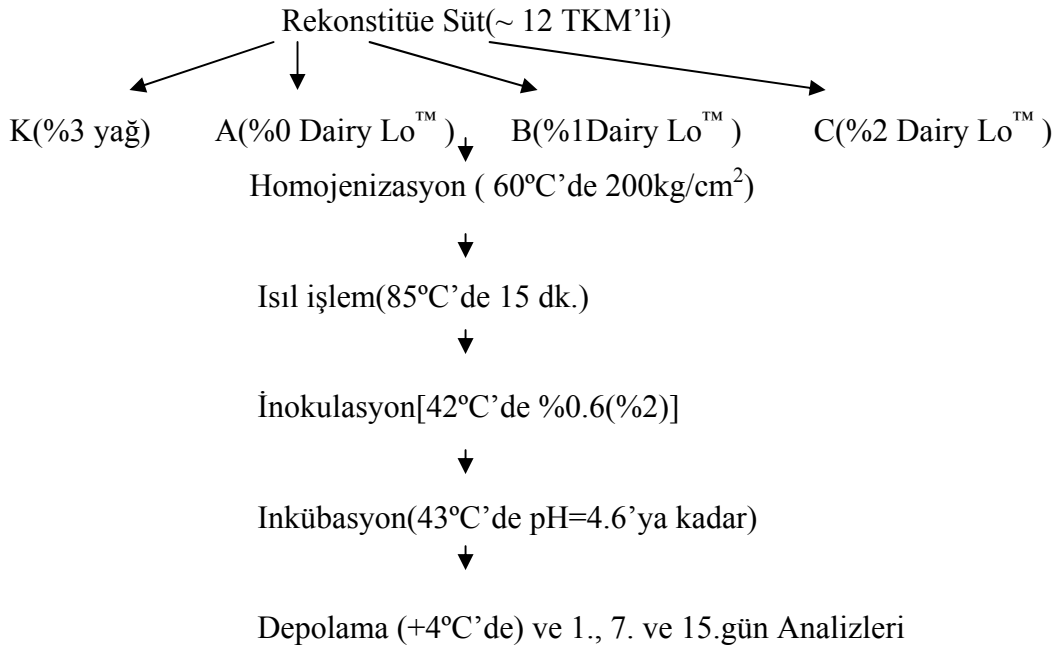
Rhodia (Fransa) firması tarafından üretilen ve ticari ismi Ezal[®] ve TM081 kod numaralı Direct-Vat-Set *Str.thermophilus* ve *L.bulgaricus* karışımı starter kültür kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Yoğurt örneklerinin üretimi

Yoğurt üretiminde, Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliğinde belirlenen en az %4 protein oranı ve %12 TKM oranını sağlamak üzere sütün rekonstitüsyonla elde

edilmiştir. Daha sonra süt örneği 4 eşit kısma bölünmüş; 1.kısım kontrol örneği olarak ayrılmış ve %3 oranında(K)süt yağı ilave edilmiş, 2.kısma %0 oranında(A), 3.kısma %1 oranında(B), 4.kısma ise %2 oranında (bu oranlar ön denemeler sonucunda belirlenmiştir) Dairy Lo (C) ilave edilmiştir. Sonra tüm örnekler Alfa –Laval homojenizatörde 60°C’de 200kg/cm² basınçta homojenize edilmiştir. Homojenizasyon sonrası sütler 85°C’de 15dk. su banyosunda ısıl işleme tabi tutulmuştur. Daha sonra sütler 42°C’ye soğutulmuş ve her birine %0.6 (bulk kültürün %2’sine karşılık gelmektedir) oranında starter kültür ilave edilmiştir. Yoğurtların pH’sı 4.6 oluncaya kadar inkübasyon devam ettirilmiş (yaklaşık 3 saat) ve inkübasyon bitiminde yoğurtlar +4°C’ye soğutulularak depolanmıştır. Depolamanın 1., 7. ve 15. günlerinde yoğurtlar analiz edilmiştir. Bu anlatım basitçe şu şekilde şematize edilebilir:



3.2.2. Uygulanan analizler

3.2.2.1. Rekonstitüe yoğurt sütüne uygulanan analizler

Toplam kuru madde: Gravimetrik yöntemle belirlenmiştir (Anonymous 1981).

Yağ: Gerber yöntemiyle belirlenmiştir (Anonymous 1981).

Toplam protein: Protein miktarı Rowland (1938) tarafından belirtilen şekilde Kjeldahl yöntemine göre tespit edilmiştir.

Titrasyon asitliği: T.S. 1018'de belirtildiği gibi °SH olarak belirlenmiştir (Anonymous 1981).

3.2.2.2. Yoğurtlara uygulanan analizler :

Toplam kuru madde: Gravimetrik yöntemle saptanmıştır (Anonymous 1989).

Yağ: Gerber yöntemi ile belirlenmiştir (Anonymous 1989).

Toplam protein: Mikro-Kjeldahl düzeneğinden yararlanılarak Kjeldahl yöntemi ile belirlenen toplam azot miktarı 6.38 faktörü ile çarpılarak hesaplanmıştır (Anonymous 1977).

Titrasyon asitliği: Titrasyon asitliği % laktik asit olarak belirlenmiştir ve hesaplama yoluyla °SH'ya dönüştürülmüştür (Anonymous 1989) .

pH: Birleşik elektrotlu dijital pH metre (Orion 420) ile tespit edilmiştir.

Laktik asit: Steinsholt ve Calbert (1960)'e göre belirlenmiştir.

Asetaldehit: İyodimetrik olarak Less ve Jago (1969)'a göre yapılmıştır.

Konsistens: 500 gramlık kaplarda bulunan ve sıcaklığı $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ olan yoğurt örneklerinde Stanhope-Seta (İngiltere) 17310-0 model penetrometre yardımıyla 72,5 gram ağırlığındaki 45° 'lik konik başlık kullanılarak ölçülmüştür. Sonuçlar 10 saniyedeki batma derinliği olarak verilmiştir.

Viskozite: Örneklerin analize hazırlanması aşamasında 15 sn süreyle karıştırılan yoğurt örneklerinin viskozite değerleri 3°C’de HAAKE VT 181/VTR 24 viskozimetresi kullanılarak tespit edilmiştir. Kullanılan başlığın sabitesinin 100 ve söz konusu aletin 1. kademedeki çalıştırılması nedeniyle elde edilen veriler, 100 ve 1 ile çarpılmıştır (cp. centipoise).

Serum ayrılması: Atamer ve Sezgin (1986)’e göre tayin edilmiştir.

Duyusal değerlendirme: TS 1330’da önerilen puanlama sistemi modifiye edilerek kullanılmıştır (Anonymous 1989). Duyusal değerlendirmeyi 5 kişilik panelist grup gerçekleştirmiştir. Puanlama cetveli Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Duyusal değerlendirmede kullanılan puan cetveli

Nitelik	Puan
Görünüş	5
Kıvam	5
Tat	5
Koku	5

İstatistiksel değerlendirmeler:

Denemeler 2 tekerrür halinde gerçekleştirilmiştir. Sonuçların istatistiksel değerlendirmesinde Varyans Analiz Tekniğinden yararlanılmış ve farklı grupların belirlenmesi için Duncan Testi uygulanmıştır (Anonymous 2000).

Ayrıca duyusal değerlendirme sonuçlarına parametrik olmayan Kruskal-Wallis Testi uygulanmıştır (Gibbons 1976) .

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Yoğurt Yapımında Kullanılan Rekonstitüe Sütün Bazı Nitelikleri

Araştırmada hammadde olarak kullanılan süte ilişkin bazı ortalama değerler Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1.Rekonstitüe sütün bazı nitelikleri

Genel nitelikler	Ortalama değerler
TKM(%)	11.72
Yağ (%)	0
Toplam Protein(%)	4.11
Titrasyon Asitliği(°SH)	7.92

4.2. Yoğurt Örneklerine İlişkin Araştırma Sonuçları

4.2.1. Toplam kuru madde oranları

Yoğurt örneklerinin ortalama toplam kuru madde değerleri standart hataları ile birlikte Çizelge 4.2.'de verilmiş ve Şekil 4.1.'de grafik halinde gösterilmiştir.

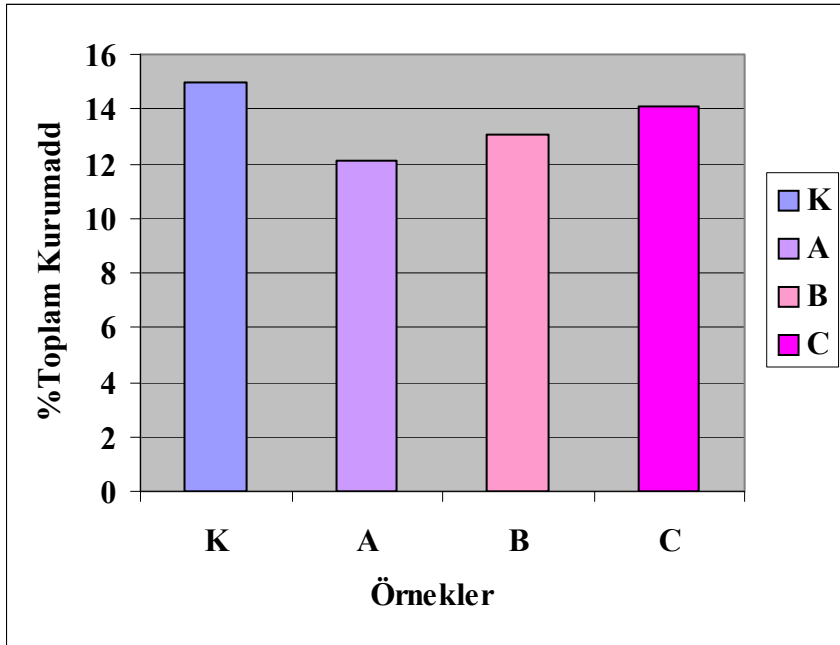
Çizelge 4.2. Yoğurt örneklerinin toplam kuru madde içerikleri (n=2)

Örnekler	Toplam kuru madde (%)
K	15.00±0,0000249 ^{a**}
A	12.08±0,00002 ^{d**}
B	13.08±0,000275 ^{c**}
C	14.08±0,000049 ^{b**}

^{a,b,c,d} örnekler arası farklılığı göstermektedir. Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir (p<0.01)

** (p<0.01)'i ifade etmektedir.

Çizelgede de görüldüğü gibi yoğurt örneklerinin TKM'leri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,01). Buradaki farklılık esas olarak rekonstitüe yoğurt sütüne değişik oranlarda (%1 ve %2) yağ ikame maddesi ve süt yağı (%3) ilavesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.1. Yoğurt örneklerinin toplam kuru madde içerikleri

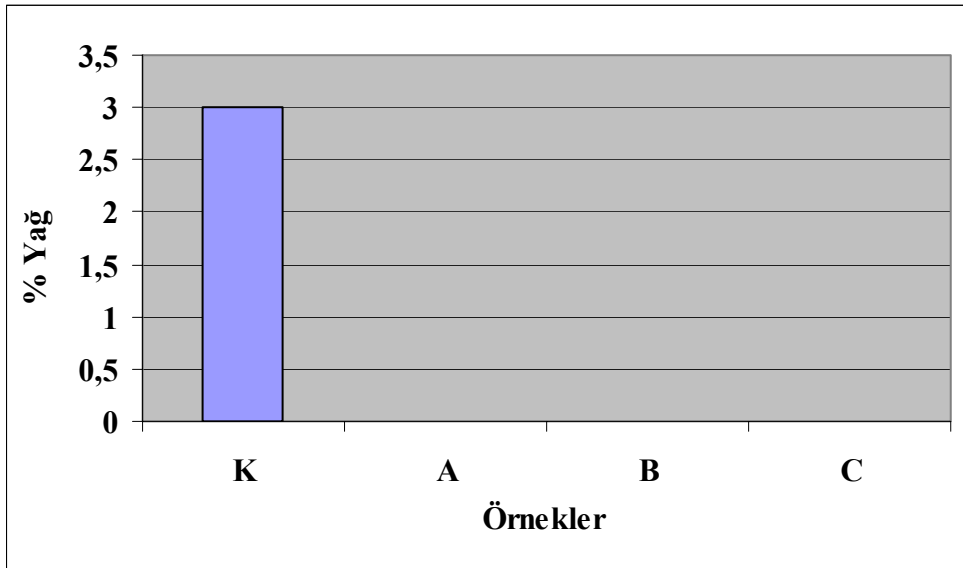
4.2.2. Yağ oranları

Yoğurt örneklerinin yağ oranları Çizelge 4.3.'de verilmiş ve Şekil 4.2.'de grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Yoğurt örneklerinin yağ oranları (n=2)

Örnekler	Yağ (%)
K	3
A	0
B	0
C	0

Yoğurt örneklerinde (%3 yağlı kontrol örneği hariç), yağsız rekonstitüe sütün yapıldıkları ve ilave edilen yağ ikame maddesinin yağ içermemesi nedeniyle çizelgeden de görülebileceği gibi yağ saptanmamıştır. Barrantes vd (1994)'da protein esaslı yağ ikame maddesinin yağ içermediğini saptamışlardır. Sadece K örneğinde %3 yağ görülmüştür. Bu da %3 yağ oranını sağlamak için katılan süt yağından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.2. Yoğurt örneklerinin yağ oranları

4.2.3. Toplam protein oranları

Yoğurt örneklerinin toplam protein içerikleri standart hataları ile birlikte Çizelge 4.4.'de verilmiş ve Şekil 4.3.'de grafik halinde gösterilmiştir.

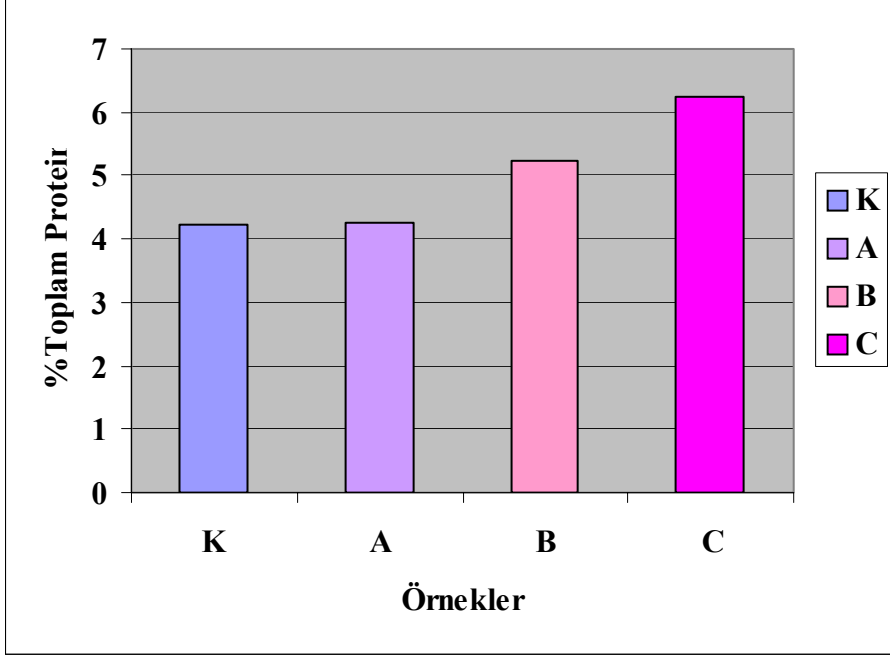
Çizelge 4.4. Yoğurt örneklerinin toplam protein oranları (n=2)

Örnekler	Toplam protein (%)
K	4.22±0.0001 ^{d**}
A	4.25±0.00001 ^{c**}
B	5.24±0.000049 ^{b**}
C	6.24±0.000125 ^{a**}

^{a,b,c,d} örnekler arası farklılığı göstermektedir. Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir (p<0.01)

^{**} (p<0.01)'i ifade etmektedir.

Çizelge 4.4.'de de görüldüğü gibi örneklerin toplam protein değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (p<0.01). Çünkü Dairy LoTM protein esaslı bir maddedir. Dolayısıyla Dairy LoTM ilave edilen örneklerin (B ve C) protein oranları yüksek çıkmıştır. Barrantes vd (1994) ve Seydim vd (2005)'da benzer şekilde Dairy LoTM katkılı örneklerde protein oranlarını yüksek bulmuşlardır.



Şekil 4.3. Yoğurt örneklerinin toplam protein oranları

4.2.4. Titrasyon asitliği değerleri

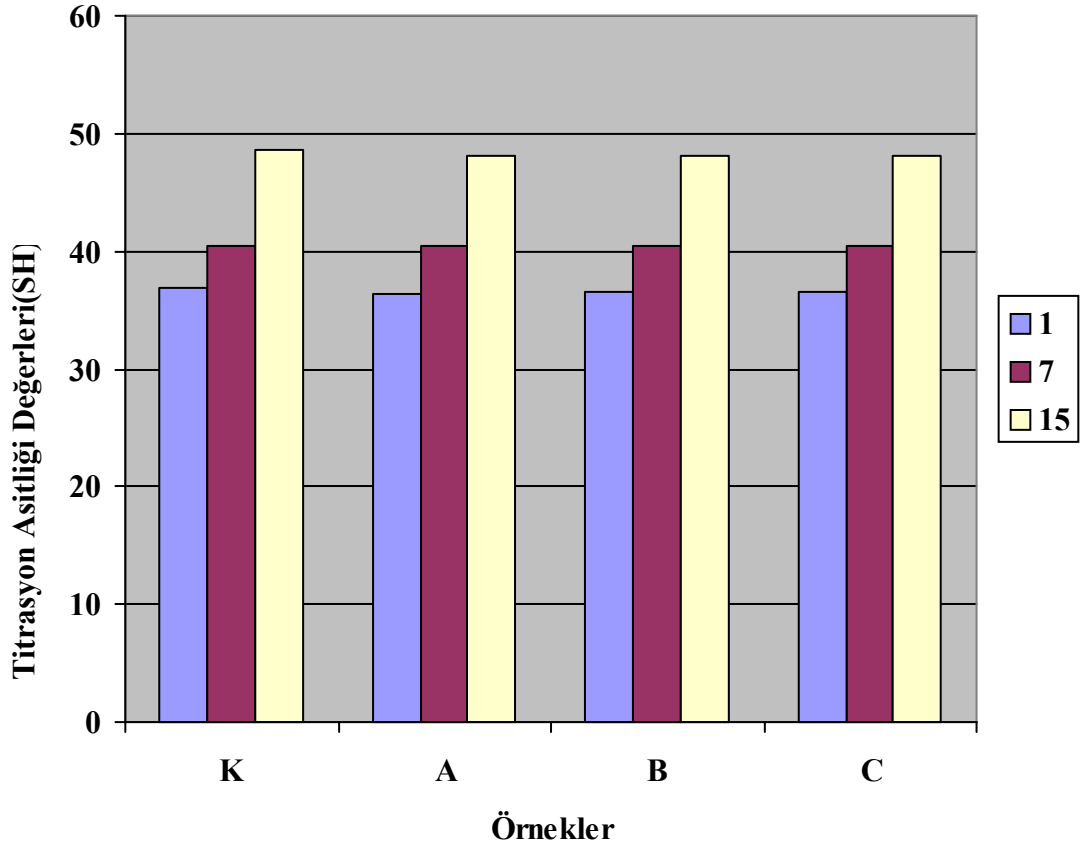
Yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri ve depolama sürecindeki değişimleri standart hataları ile birlikte Çizelge 4.5.'de verilmiş ve Şekil 4.4.'de grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri(°SH) (n=2)

Ornekler	Depolama Süreci (gün)		
	1.	7.	15.
K	36.4 ±0.200 ^C	40.4±0.000 ^B	48.1±0.100 ^A
A	36.8 ±0.000 ^C	40.5±0.300 ^B	48.6±0.000 ^A
B	36.6 ±0.200 ^C	40.5±0.300 ^B	48.1±0.100 ^A
C	36.6±0.200 ^C	40.4±0.200 ^B	48.1±0.100 ^A

^{A,B,C}, depolama boyunca olan değişimi göstermektedir. Aynı satırda farklı harflerle ifade edilen örneklerdeki değişimler önemlidir ($p<0.01$)

Çizelgede de görülebileceği gibi örneklerin titrasyon asitliği değerleri arasındaki fark önemli değildir ($p>0.05$). Tüm örneklerde depolama süreci boyunca titrasyon asitliği değerlerinde bir artış olmuş ve titrasyon asitliği değerlerine depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Yoğurt örneklerinin titrasyon asitlikleri Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliğinde belirtilen değerler arasında bulunmuştur (Anonymous 2001). Depolama sürecinde yoğurtların titrasyon asitliklerinin arttığı değişik araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Atamer vd 1986 , Barrantes vd 1994).



Şekil 4.4. Yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri

4.2.5. pH değerleri

Yoğurt örneklerinin pH değerleri ve depolama sürecindeki değişimleri standart hataları ile beraber Çizelge 4.6.'da verilmiş ve Şekil 4.5.'de grafik halinde gösterilmiştir.

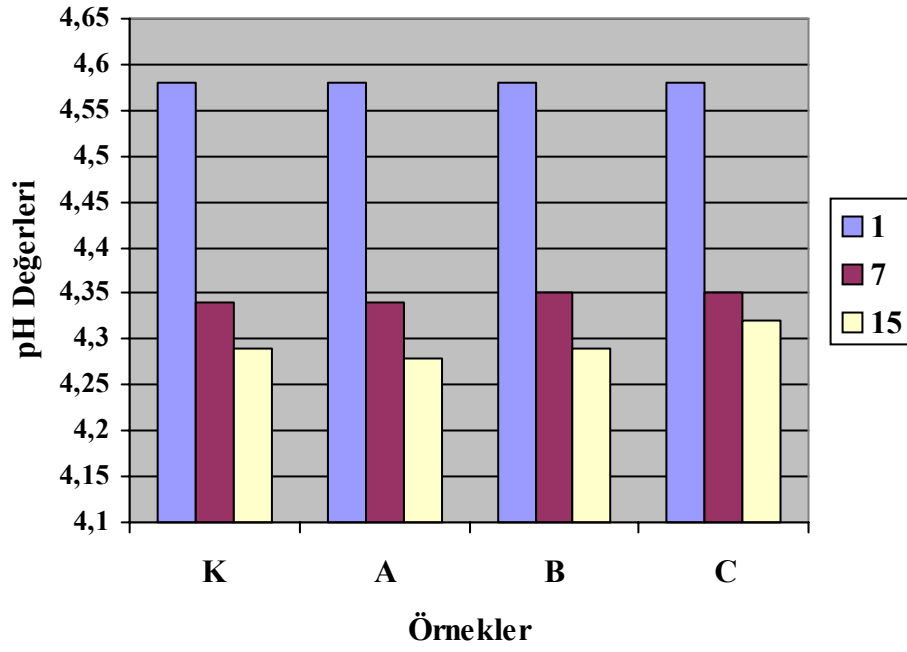
Çizelge 4.6. Yoğurt örneklerinin pH değerleri (n=2)

Örnekler	Depolama Süreci(gün)		
	1.	7.	15.
K	4,58 ±0.0025 ^A	4.35±0.0025 ^B	4.29±0.0050 ^C
A	4,58 ±0.0025 ^A	4.34±0.0000 ^B	4.28±0.0075 ^C
B	4.59±0.0075 ^A	4.36±0.0000 ^B	4.30±0.0075 ^C
C	4.58±0.0000 ^A	4.35±0.0025 ^B	4.32±0.00275 ^C

^{A,B,C}, depolama boyunca olan değişimi göstermektedir. Aynı satırda farklı harflerle ifade edilen örneklerdeki değişimler önemlidir (p<0.01)

Çizelgede de görüldüğü gibi örneklerin pH değerleri arasındaki fark önemli değildir (P>0.05). Yalnız örneklerin pH değerleri depolama sürecinde zamanla bir azalma göstermiş ve pH değerlerine depolamanın etkisi önemli bulunmuştur (p<0.01). 1.günde en yüksek pH değeri %1 Dairy LoTM ilaveli B örneğinde , en düşük pH değeri ise %2 Dairy LoTM ilaveli C örneğinde gözlenmiştir. 7. günde ise en yüksek pH değeri %1Dairy LoTM ilaveli örnekte(B) en düşük değer ise %0 Dairy LoTM ilaveli A örneğinde görülmüştür. 15. günde ise en yüksek pH C örneğinde en düşük pH ise yağsız örnekte(A) görülmüştür.

Depolama süreci boyunca K ve A örneklerinde belirlenen bazı pH değerleri Dairy Lo ilaveli örneklere göre daha düşük bulunmuştur. Dairy LoTM ilaveli yoğurtlarda asitlik artışının daha az olduğuna dair sonuçlara değişik çalışmaların araştırma bulgularında da rastlanmıştır (Öztürk vd 2000, Seydim vd 2005).



Şekil 4.5. Yoğurt örneklerinin pH değerleri

4.2.6. Laktik asit değerleri

Yoğurt örneklerinin Laktik Asit içerikleri Çizelge 4.7.'de verilmiş ve Şekil 4.6.'da grafik halinde gösterilmiştir.

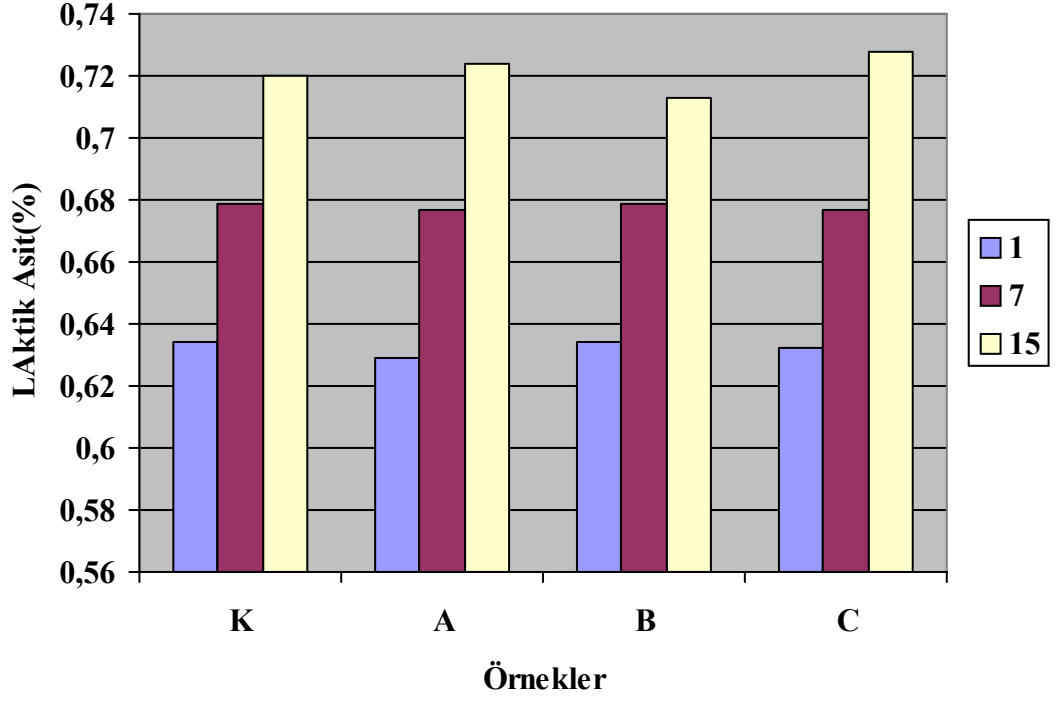
Çizelge 4.7. Yoğurt örneklerinin laktik asit değerleri(%) (n=2)

Örnekler	Depolama Süreci (gün)		
	1.	7.	15.
K	0.634±0.0000 ^C	0.679±0.00375 ^B	0.720±0.00375 ^A
A	0.629±0.00185 ^C	0.677±0,00185 ^B	0.724±0.0750 ^A
B	0.634±0.00372 ^C	0.679±0.00750 ^B	0.713±0,00375 ^A
C	0.632±0.00560 ^C	0.677±0.00191 ^B	0.728±0.00375 ^A

^{A,B,C} depolama boyunca olan değişimi göstermektedir. Aynı satırda farklı harflerle ifade edilen örneklerdeki değişimler önemlidir ($p<0.01$)

Çizelge 4.7.'den de anlaşılacağı üzere 15 günlük depolama sürecinde örneklerin % Laktik Asit içeriği 0.629 ile 0.728 arasında bulunmuştur.

İstatistiksel değerlendirme sonucu ise laktik asit içeriği bakımından yoğurt örnekleri arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Barrantes vd (1994)'da protein esaslı yağ ikame maddesinin starter kültür aktivitesinde fermentasyon sürecinde bir etkisinin bulunmadığını tespit etmişlerdir.



Şekil 4.6. Yoğurt örneklerinin laktik asit içerikleri

4.2.7. Asetaldehit değerleri

Yoğurt aromasının oluşumunda asetaldehit önemli bir bileşendir. Asetaldehitin oluşumu yoğurt kültürünün aldehit dehidrogenaz, treonin aldolaz ve deoksiribo aldolaz enzimleri vasıtasıyla gerçekleşmektedir (Tamime and Robinson 1999, Yaygın 1999).

Yoğurt örneklerinin asetaldehit değerleri standart hataları ile birlikte Çizelge 4.8.'de verilmiş ve Şekil 4.7.'de grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Yoğurt örneklerinin asetaldehit değerleri(ppm) (n=2)

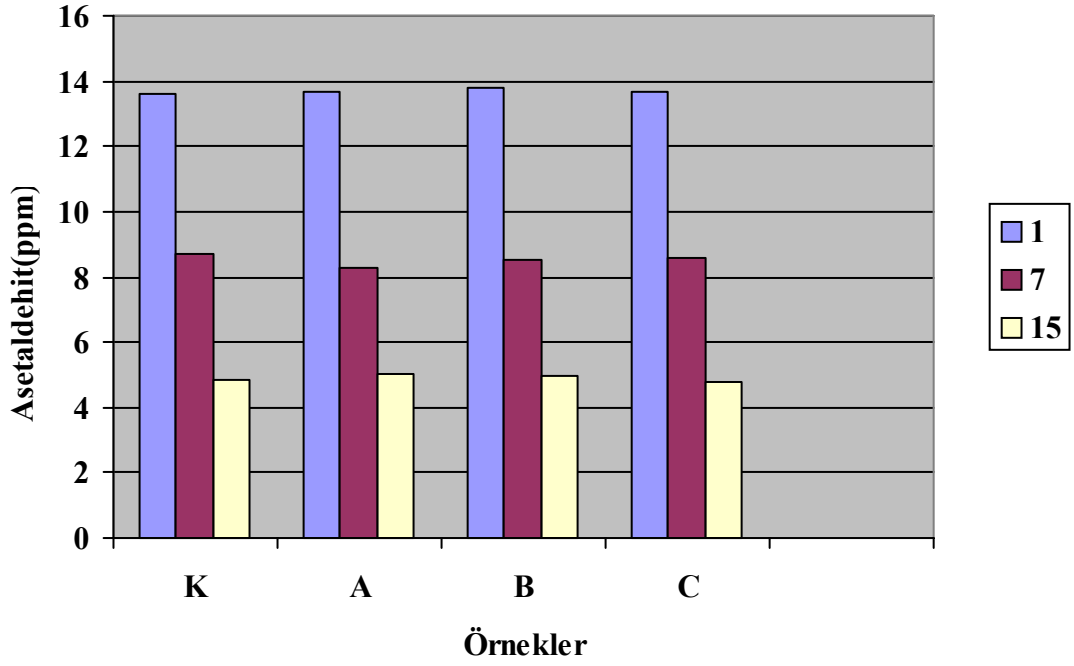
Örnekler	Depolama Süreci (gün)		
	1.	7.	15.
K	13.60±0.275 ^A	8.70±0.0000 ^B	4.84±0.0000 ^C
A	13.70±0.055 ^A	8.31±0,0550 ^B	5.00±0.165 ^C
B	13.80±0.275 ^A	8.52±0.165 ^B	4.95±0,0000 ^C
C	13.70±0.275 ^A	8.60±0.110 ^B	4.78±0.165 ^C

^{A,B,C}, depolama boyunca olan değişimi göstermektedir. Aynı satırda farklı harflerle ifade edilen örneklerdeki değişimler önemlidir ($p<0.01$)

Tamime ve Robinson (1999) inek sütü yoğurdunun asetaldehit içeriğinin 4-26ppm olması gerektiğini belirtmişlerdir. Çizelge 4.8.'de de görülebileceği gibi yoğurt örneklerinde belirlenen asetaldehit değerleri de bu sınırlar içindedir.

İstatistiksel değerlendirme sonuçlarına göre yoğurt örneklerinin asetaldehit içerikleri arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır($p>0.05$). Bu sonuçlar, Dairy LoTM'nin yoğurt örneklerinin asetaldehit içerikleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Barrantes vd. (1994) protein esaslı yağ ikame maddesinin starter kültür aktivitesinde fermentasyon süresince bir etkisinin bulunmadığını tespit etmişlerdir.

Örneklerin asetaldehit içeriğine depolamanın etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur($p<0.01$) . Yoğurt örneklerinde en yüksek asetaldehit değerleri 1. günde, en düşük asetaldehit değerleri ise 15.günde belirlenmiştir. Asetaldehit miktarı depolama süresince azalma göstermiştir. Bunun nedeni yoğurt bakterilerinin alkol dehidrogenaz aktivitesine bağlı olarak asetaldehitin etil alkole indirgenmesidir (Less and Jago 1978).



Şekil 4.7. Yoğurt örneklerinin asetaldehit içerikleri

4.2.8. Konsistens değerleri

Yoğurt kalite kriterlerinden en önemlilerinden biri pıhtı stabilitesidir. Pıhtının reolojik özellikleri olarak bilinen konsistens , viskozite ve serum ayrılması üzerine etkili bir çok faktör bulunmaktadır(Puvanenthiran vd 2002). Bu faktörler arasında özellikle TKM ve protein içeriği, denatüre serum proteinleri içeriği, denatüre serum proteinleri ile k-kazein arasındaki interaksiyon önem taşımaktadır.

Yoğurt örneklerinin konsistens değerleri ve bunların depolama sürecindeki değişimleri Çizelge 4.9.'da verilmiş ve Şekil 4.8.'de grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Yoğurt örneklerinin konsistens değerleri (n=2)

Örnekler	Depolama Süreci (gün)		
	1.	7.	15.
K	338.5 ±4.00 ^{Ad**}	332±2.00 ^{Bc**}	316±2.00 ^{Bd**}
A	404.50±0.50 ^{Aa**}	392.25±2.75 ^{Ba**}	374.25±0.75 ^{Ca**}
B	377.75±0.75 ^{Ab**}	350.75±0.25 ^{Bb**}	339.50±1.00 ^{Cb**}
C	351.25±1.25 ^{Ac**}	329.75±1.75 ^{Bd**}	319.50±1.50 ^{Cc**}

^{a,b,c,d} örnekler arası farklılığı göstermektedir. Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir (p<0.01)

^{A,B,C}, depolama boyunca olan değişimi göstermektedir. Aynı satırda farklı harflerle ifade edilen örneklerdeki değişimler önemlidir (p<0.01)

** (p<0.01) olduğunu ifade etmektedir.

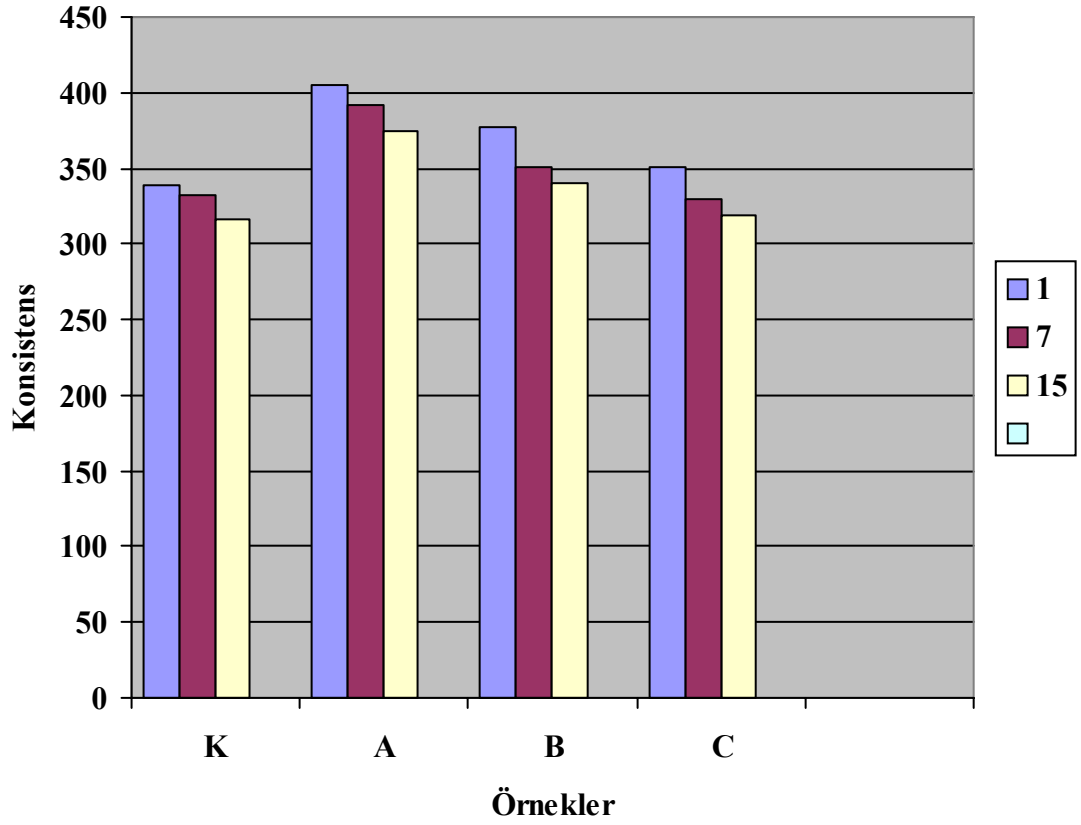
Yoğurt örneklerinin konsistens değerlerinin istatistiksel analizi sonucunda muamele × zaman interaksiyonunun önemli olduğu bulunmuştur (p<0.01). Bu durum tüm zamanlarda örneklerin konsistens değerleri arasındaki fark ile bir örneğin ayrı ayrı zamanlardaki konsistens değerleri arasındaki farkların önemli olduğunu göstermektedir.

Bu nedenle konsistens değerleri bakımından yoğurt örnekleri arasındaki farklılık istatistik açıdan önemli bulunmuştur (p<0.01). Ayrıca Dairy LoTM ilaveli örneklerde Dairy LoTM oranı arttıkça konsistens değerinin azaldığı yani pıhtı stabilitesinin arttığı görülmüştür. Bu proteinin emülsifiye edici özelliğinden kaynaklanmaktadır (Castilla vd 2004, Mulvihill and Fox 1983). Bu araştırmacılar serum proteini konsantresi Dairy LoTM'nin yoğurdun konsistensini olumlu yönde etkilediğini tespit etmişlerdir. 1.günde en iyi stabilizeyi yağlı örnek(K) göstermiştir. Bunu sırasıyla %2 Dairy LoTM ilaveli(C), %1 Dairy LoTM ilaveli(B) ve yağsız(A) örnekleri izlemiştir. 7. günde ilk sırayı C örneği almış, bunu da sırasıyla K, B ve A örnekleri izlemiştir. 15. günde ise pıhtı stabilitesi bakımından ilk sırayı K örneği almış, bunu sırasıyla C, B ve A örnekleri izlemiştir. Yani buradan %2 Dairy LoTM ilaveli örneğin(C) yağlı örneğe(K) yakınlık gösterdiğini ve bunu yine %1 Dairy LoTM ilaveli örneğin(B) izlediğini görebilmekteyiz. Bu sonuçlar, Calleros vd (2004)'nin yaptıkları çalışma ile benzerlik göstermiştir. Ayrıca Harwalkar vd (1979)

ve Roufik vd (2005)'de Dairy Lo'nun yoğurdun reolojik özelliklerini geliştirdiğini belirtmişlerdir. Castilla vd (2004)'da yağsız yoğurtlara serum proteini konsantresi ilavesinin tekstürel özellikleri yağlı yoğurtların tekstürel özellikleri düzeyine getirdiğini ifade ederek, denatüre serum proteini içeren serum proteini konsantresinin protein ağ tabakasına tamamen entegre olduğu belirtmişlerdir. Bu entegrasyonun protein ağ tabakasını güçlendirdiği ve ona yüksek jelasyon niteliği verdiği de belirtilmiştir.

Konsistens ile ısıyla teşvik edilen interaksiyonlar arasında da ilişki söz konusudur (Kalab 1979, Mottar vd 1989, Corredig vd 1999). 85°C ve civarı ısı ile işlemle β -Lg ve k-kazein arasındaki interaksiyon maksimuma çıktığından optimum yapı elde edilir (Kalab vd 1976, Corredig vd 1996). Kuvvetli ısıtmada serum proteinlerinin aşırı denaturasyonu veya süt bileşenlerindeki değişimle pıhtı stabilitesi olumsuz yönde etkilenir (Davies vd 1978). Depolama sürecinde her örneğin konsistens değerlerinin düştüğü, yani konsistenslerinin iyileştiği görülmüştür. Dolayısıyla konsistens değerleri üzerine depolamanın etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Yoğurt örneklerinde en yüksek konsistens değerleri 1. ve 7. günde en düşük konsistens değeri ise 15. günde saptanmıştır. Bu durum örneklerin pıhtı sıklığının 15. günde en iyi olduğunu ifade eder. Yani depolama süreci boyunca yoğurtların pıhtı sıklıkları artmıştır.

Sonuç olarak Dairy Lo™ ilavesinin yoğurt örneklerinin pıhtı stabilitesi üzerine olumlu etki yaptığını söyleyebiliriz.



Şekil 4.8. Yoğurt örneklerinin konsistens değerleri

4.2.9. Viskozite değerleri

Pıhtı stabilitesinin belirlenmesinde yararlanılan diğer bir parametre de viskozite değeridir.

Yoğurt örneklerinin viskozite değerleri standart hataları ile birlikte Çizelge 4.10'da verilmiş ve Şekil 4.9.'da grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Yoğurt örneklerinin viskozite değerleri(cP)(n=2)

Örnekler	Depolama Süreci(gün)		
	1.	7.	15.
K	1200±50 ^{Cb**}	1325±25 ^{Ba**}	1375±25 ^{Aa**}
A	825±25 ^{Cd**}	975±25 ^{Bc**}	1075±25 ^{Ac**}
B	1050±0.00 ^{Cc**}	1175±25 ^{Bb**}	1250±0,00 ^{Ab**}
C	1250±50 ^{Ca**}	1325±75 ^{Ba**}	1375±25 ^{Aa**}

^{a,b,c,d} örnekler arası farklılığı göstermektedir. Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir (p<0.01)

^{A,B,C} depolama boyunca olan değişimi göstermektedir. Aynı satırda farklı harflerle ifade edilen örneklerdeki değişimler önemlidir (p<0.01)

** (p<0.01) olduğunu ifade etmektedir.

Viskozite değerleri bakımından yoğurt örnekleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur(p<0.01). Çizelge 4.10'da da görüldüğü gibi en yüksek viskozite değerleri yağlı örnek(K) ile % 2 Dairy LoTM ilave edilen örnekte(C) görülmüştür. Bunu, %1 Dairy LoTM ilaveli örnek(B) ile yağsız örnek(A) izlemiştir. Yağlı(K) ve Dairy LoTM ilaveli örneklerin(B ve C) viskozite değerlerinin yağsız örneğe(A) göre yüksek olduğu gözlenmiştir. %1 ve %2 oranında Dairy LoTM ilavesinin yağsız yoğurdun viskozite değerini artırdığı, %2'lik oranın ise yağlı yoğurdunkine denk bir değere çıkardığı belirlenmiştir. Calleros vd (2004)'da serum proteini konsantresi Dairy LoTM kullanarak yaptıkları yoğurtlarda, yağlı yoğurt örneğine benzer akıcı ve viskoelastik yapıda protein ağ tabakası elde ettiklerini ifade etmişlerdir.

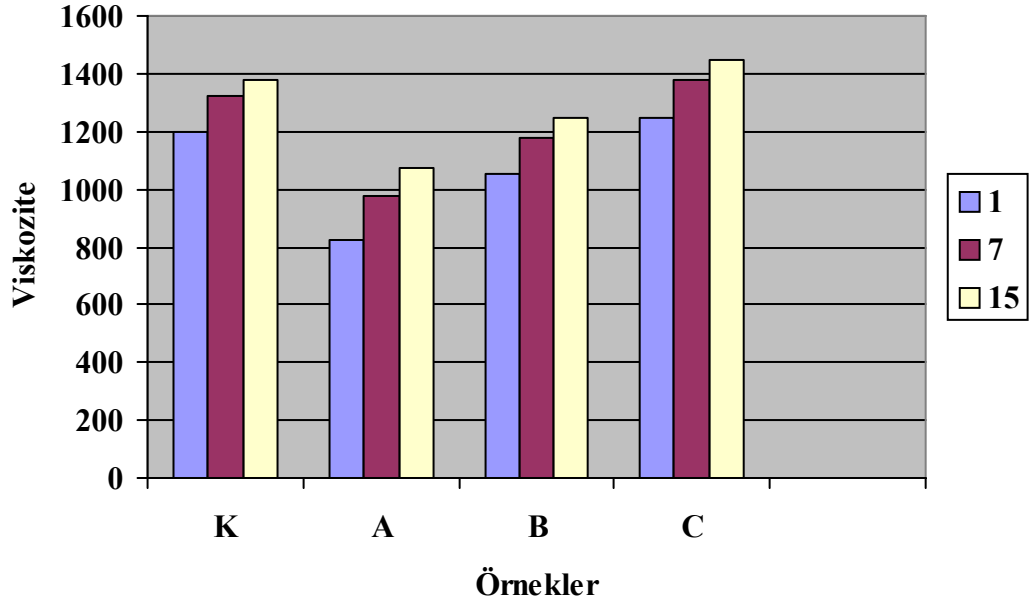
Burada konsistens değerleri için yapmış olduğumuz değerlendirmeleri viskozite içinde yapabiliriz. Serum proteinleri ile kazein miselleri arasındaki kompleks muhtemelen ; denatüre serum proteinlerinin serbest sülfidril grupları ile κ-kazeinin disülfid bağları arasındaki tiol sülfid değişim reaksiyonları sonucu olarak oluşmaktadır. Disülfid bağları misel merkezi ile bağlantıyı sağlayan κ-kazeinin para - κ-kazein bölgesinin üzerindedir. Bundan dolayı, interaksiyon olabilmesi için, denatüre serum proteinleri κ-kazeinin disülfid bağları ile interaksiyona girebilmek için misellerin tüyümsü tabakası altına

nüfuz etmelidir. pH değişimleri kazein misellerinin; misel yüzey alanı, misel boyutu, misel su bağlama yeteneği ve misel içeriği gibi özellikleri kapsayan niteliklerini değiştirmektedir (Anema vd 1996 , Dalgleish vd 1988,1989, Jang vd 1990, Smits vd 1980). Bu değişimlerin biri veya bir kombinasyonu serum proteinleri ile kazein miselleri arasındaki interaksiyon eğilimini değiştirir (Anema vd 2003a, Farrel vd 1989).

Yoğurt örneklerinin viskozite değerleri üzerinde depolamanın etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Depolama sürecinde yoğurt örnekleri en yüksek viskoziteyi 15.günde göstermişlerdir.Yoğurt örneklerinde en düşük viskozite ise 1.günde saptanmıştır. Yani depolama süreci boyunca örneklerin viskozite değerleri artmıştır.

Anema vd (2004) yaptıkları çalışma sonucu sütün ısıtılması ile viskozitesinde değişmeler olduğunu belirlemişlerdir ve değişmeleri sütteki partiküllerin boyutlarındaki değişmelerle ve denatüre serum proteinlerinin kazein miselleriyle olan bağlantısı ile ilişkilendirmişlerdir. Bu değişikliklerin belirgin olarak pH'daki küçük değişmelere bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca pH değerinin düşmesinin, yani asitliğin artmasının, serum proteinleriyle kazein miselleri arasındaki interaksiyonun artmasıyla ve viskozitenin yükselmesiyle sonuçlandığını ifade etmişlerdir. Bu sonuca bağlı olarak bizim çalışmamızda da sonuçlar bu yönde olmuştur. Örnekler arasında ve her bir örnekte depolama sürecinde pH azalmasıyla viskozite artmıştır yani bu tez bizim sonuçlarımızı desteklemiştir.

Oldfield vd (2000) ve Fachin vd (2005) yaptıkları çalışmada benzer şekilde pH artışının protein ağ tabakası oluşumunu olumsuz etkilediğini ve yapıdaki ikincil ve üçüncül yapıları bir arada tutan iç bağı zayıflattığını belirtmişlerdir.



Şekil 4.9. Yoğurt örneklerinin viskozite değerleri

4.2.10. Serum ayrılması değerleri

Yoğurt kalite kriterlerinden bir tanesi de serum ayrılmasıdır. Konsistens ve viskozite gibi kalite kriterleri ile paralellik gösterir. Yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerleri standart hataları ile birlikte Çizelge 4.11.'de verilmiş ve Şekil 4.10'da grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerleri(ml/25g)(n=2)

Örnekler	Depolama Süreci (gün)		
	1.	7.	15.
K	8,63±0.0250 ^{Cc**}	8,9±0,0500 ^{Bc**}	9,3±0.500 ^{Ac**}
A	9,18±0.0750 ^{Ca**}	9,58±0.0750 ^{Ba**}	9.98±0.0250 ^{Aa**}
B	8.7±0.150 ^{Cb**}	9.13±0.125 ^{Bb**}	9.53±0,0250 ^{Ab**}
C	8.38±0.0250 ^{Cd**}	8.73±0.0250 ^{Bd**}	9.18±0.0500 ^{Ad**}

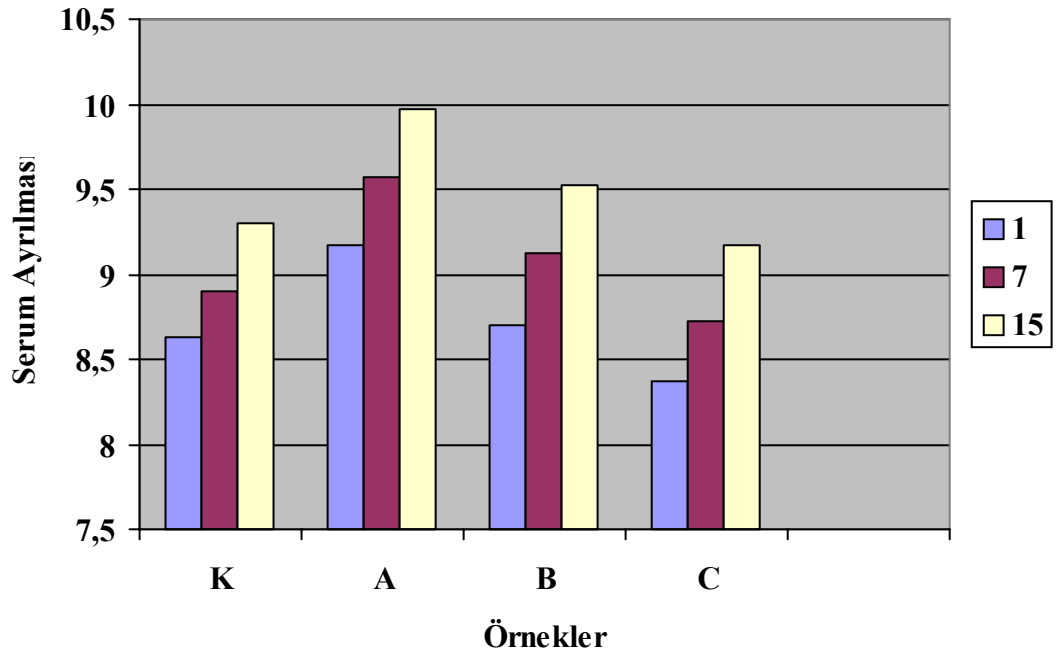
^{a,b,c,d} örnekler arası farklılığı göstermektedir. Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir (p<0.01)

^{A,B,C} depolama boyunca olan değişimi göstermektedir. Aynı satırda farklı harflerle ifade edilen örneklerdeki değişimler önemlidir (p<0.01)

** (p<0.01) olduğunu ifade etmektedir.

Yapılan varyans analizi sonucunda serum ayrılması değerleri bakımından örnekler arasındaki farklılık istatistik açıdan önemli bulunmuştur (p<0.01). Örneklerde depolama sürecinde serum ayrılması değerleri artmış ve serum ayrılması üzerine depolamanın etkisi önemli bulunmuştur (p<0.01). Örnekler zaman açısından karşılaştırıldığında 1.gün en az serum ayrılması %2 Dairy LoTM ilaveli örnekte(C) görülmüştür. Onu sırasıyla yağlı kontrol örneği(K), %1 Dairy LoTM ilaveli örnek(B) ve yağsız örnek(A) izlemiştir. 7. ve 15. günlerde de aynı değişim söz konusudur.

Konsistens ve viskozite değerlerini etkileyen faktörler serum ayrılmasını da etkilemektedir. Morr (1989) ve Mleko vd (1994) protein konsantrasyonunun artışının sinerezi azalttığını ifade etmişlerdir. Serum proteinlerinin fonksiyonel özellikleri incelendiğinde özellikle ısı ile üretilen serum proteini konsantrelerinin daha stabil dispersiyon gösterdiği belirtilmiştir. Proteinlerin hidrojen bağları ile polar gruplara bağlanma kabiliyetinde olduğu saptanmıştır (Rantamäki vd 2000, Bikker vd 2000, Hillier vd 1979, Foegeding 1998, Britten 1998). Burada da gördüğümüz gibi örneklerdeki protein oranındaki artışa paralel olarak serum ayrılması azalmıştır. Bu proteinlerin fonksiyonel özelliklerinden kaynaklanmaktadır.



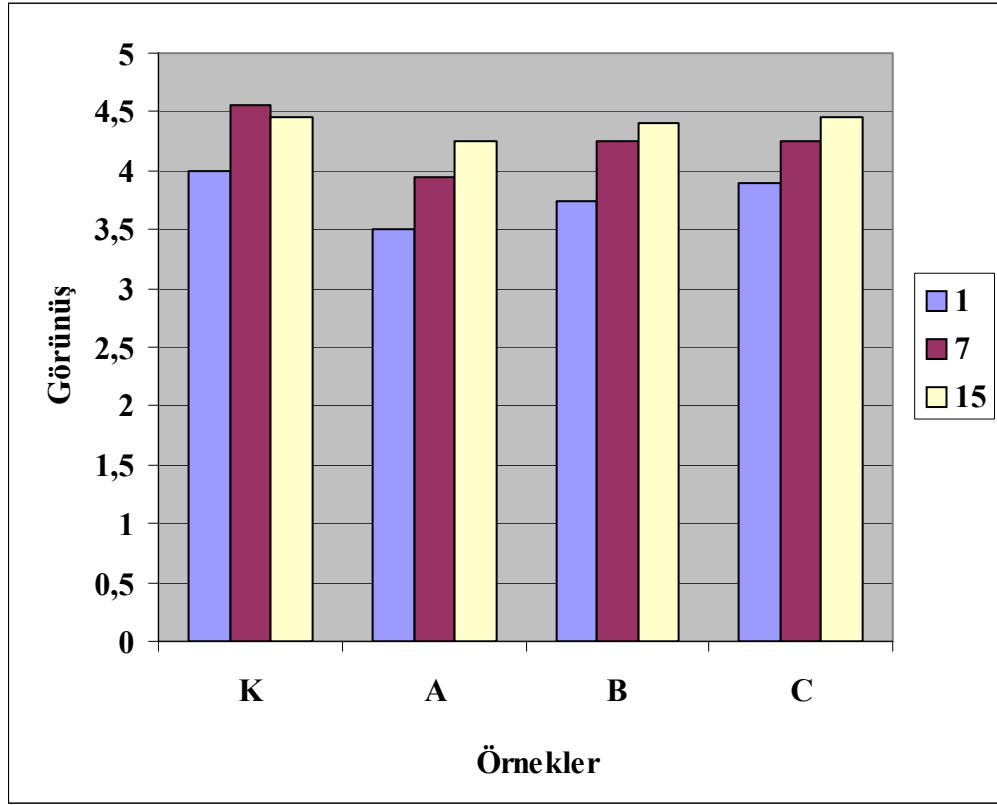
Şekil 4.10.Yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerleri

4.2.11. Duyusal değerlendirme sonuçları

Yoğurt örneklerinin duyusal değerlendirme sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Ayrıca Şekil 4.11,4.12, 4.13 ve 4.14’de ise her bir nitelik ayrı ayrı grafik halinde sunulmuştur. Ayrıca Şekil 4.15 ve 4.16’da ise yoğurt örneklerinin toplam duyusal puanlarında görülen değişimler ve ortalama duyusal puanlarının değişimi verilmiştir.

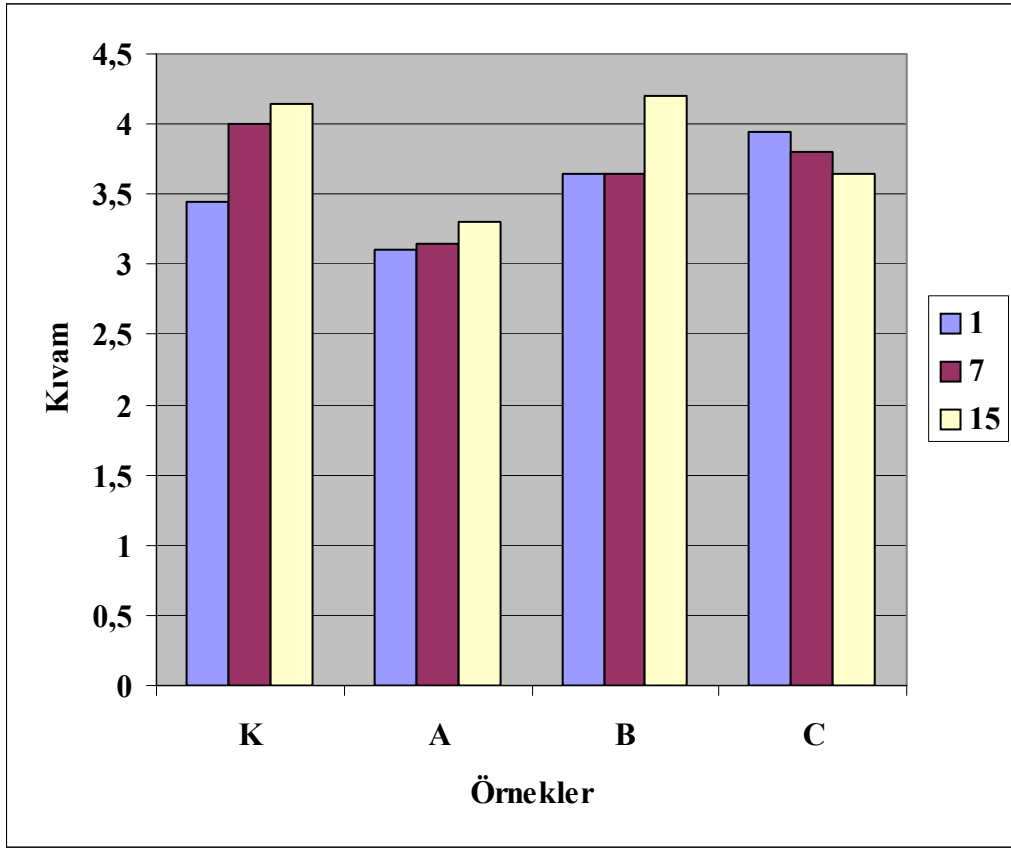
Çizelge 4.12. Yoğurt örneklerinin duyusal değerleri (n=2)

Örnekler	Depolama Süresi	Görünüş (5puan)	Kıvam (5puan)	Koku (5puan)	Tat (5puan)	Toplam (20puan)	Genel Ortalama
K	1	4	3.45	4.15	3.25	14.85	16.48
	7	4.55	4	4.6	4	17.15	
	15	4.45	4.15	4.75	4.1	17.45	
A	1	3,5	3.1	4.2	3.05	13.85	14.91
	7	3.95	3.15	4.5	3.5	15.1	
	15	4.25	3.3	4.7	3.55	15.8	
B	1	3.75	3.65	4.2	3.35	14.95	15.98
	7	4.25	3.65	4.6	3.7	16.2	
	15	4.4	4.2	4.65	3.55	16.8	
C	1	3.9	3.95	3.65	3.4	14.9	15.9
	7	4.25	3.8	4.7	3.85	16.6	
	15	4.45	3.65	4.55	3.55	16.2	



Şekil 4.11.Yoğurt örneklerinin görünüş puanları

Yapılan parametrik olmayan Kruskal-Wallis testine göre görünüş bakımından örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Fakat zaman bakımından fark istatistik açıdan önemli bulunmuştur. Burada 1. gün ile 7. ve 15. günde örneklerdeki görünüş farklılığı önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Görünüş bakımından en yüksek puanı (4.55) yağlı örneğin(K) 7.günde aldığı görülmektedir. En düşük puanı (3.5) yağsız örneğin(A) 1. günde aldığı görülmüştür. Görünüş tüm örneklerde depolama sürecinde iyileşmiştir. Dairy Lo™ ilaveli örneklerde(B ve C) yağsız yoğurda(A) göre daha parlak bir görünüş elde edilmiştir çünkü bu madde tanecik boyutundan dolayı ışığı yansıtmakta ve ürüne parlak bir görünüş vermektedir (Huyghebaert vd 1996). Bu bulgulara göre Dairy Lo™ ilaveli örneklerin görünüş özelliği bakımından yağsız örneğe(A) göre daha üstün olduğu ifade edilebilir. Ayrıca Dairy Lo™ ilaveli örneklerin görünüş özelliği bakımından yağlı örneğe(K) benzer olduğu söylenebilir.

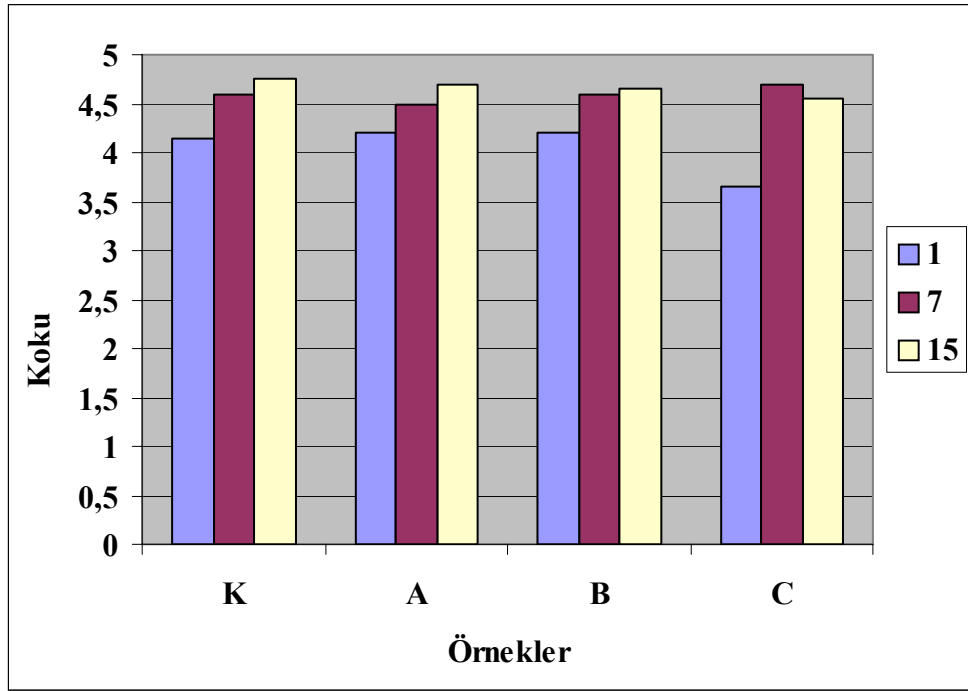


Şekil 4.12. Yoğurt örneklerinin kıvam puanları

Kıvam bakımından örnekler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). İstatistiksel sonuçlara göre yağlı örnekle(K) yağsız örnek(A) arasındaki fark ile yağsız örnekle(A) Dairy Lo™ ilaveli örnekler(B ve C) arasındaki fark önemli bulunmuştur. Ayrıca en yüksek puanlar Dairy Lo™ ilaveli (B ve C) ile yağlı örneğe(K) verilmiştir. En düşük puanlar ise yağsız örneğe(A) verilmiştir. B ve C örneklerinin aldığı kıvam puanları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Bu bulgulara göre, Dairy Lo™ ilaveli örneklerin(B ve C) yağsız örneğe(A) göre daha iyi kıvam puanları aldıkları söylenebilir. Seydim vd (2005)'da yaptıkları çalışma sonucu Dairy Lo™ ilaveli örneklerin kıvamlarının yağlı örneğe denk değerde olduğunu ve yağsız örnekten daha yüksek nitelikte olduğunu belirtmişlerdir.

Bu aşamada örneklerin kıvam puanları ile konsistens ve viskozite değerlerini karşılaştırırsak , Dairy Lo™ ilaveli örneklerin yağlı örneğe benzer şekilde yağsız örneğe göre yüksek nitelikte olduğunu ifade edebiliriz.

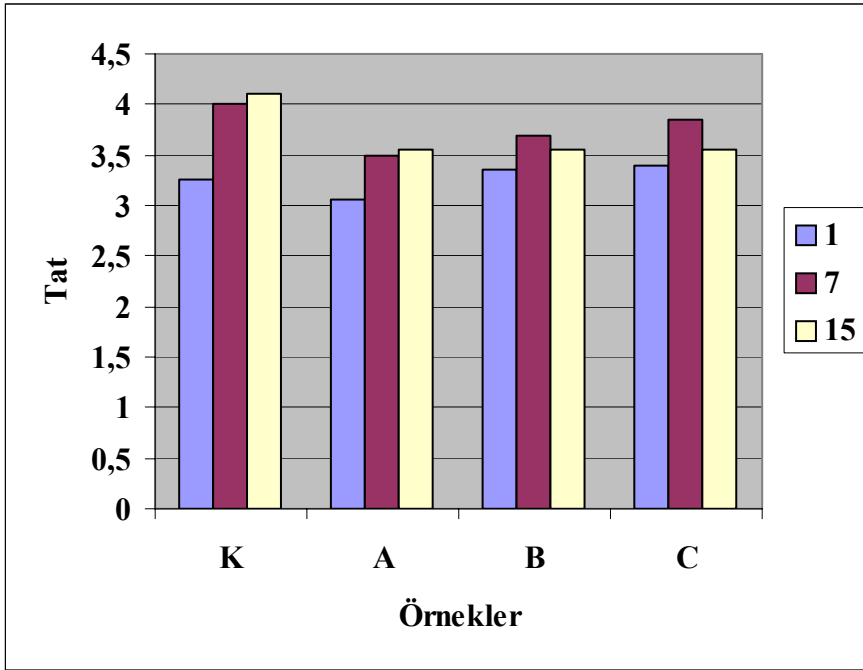
Yoğurt örneklerinin kıvam özelliğine depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolama sürecinde tüm örneklerde kıvam puanlarında bir artış gözlenmiş fakat istatistiksel olarak bu artışın önemli olmadığı saptanmıştır.



Şekil 4.13. Yoğurt örneklerinin koku puanları

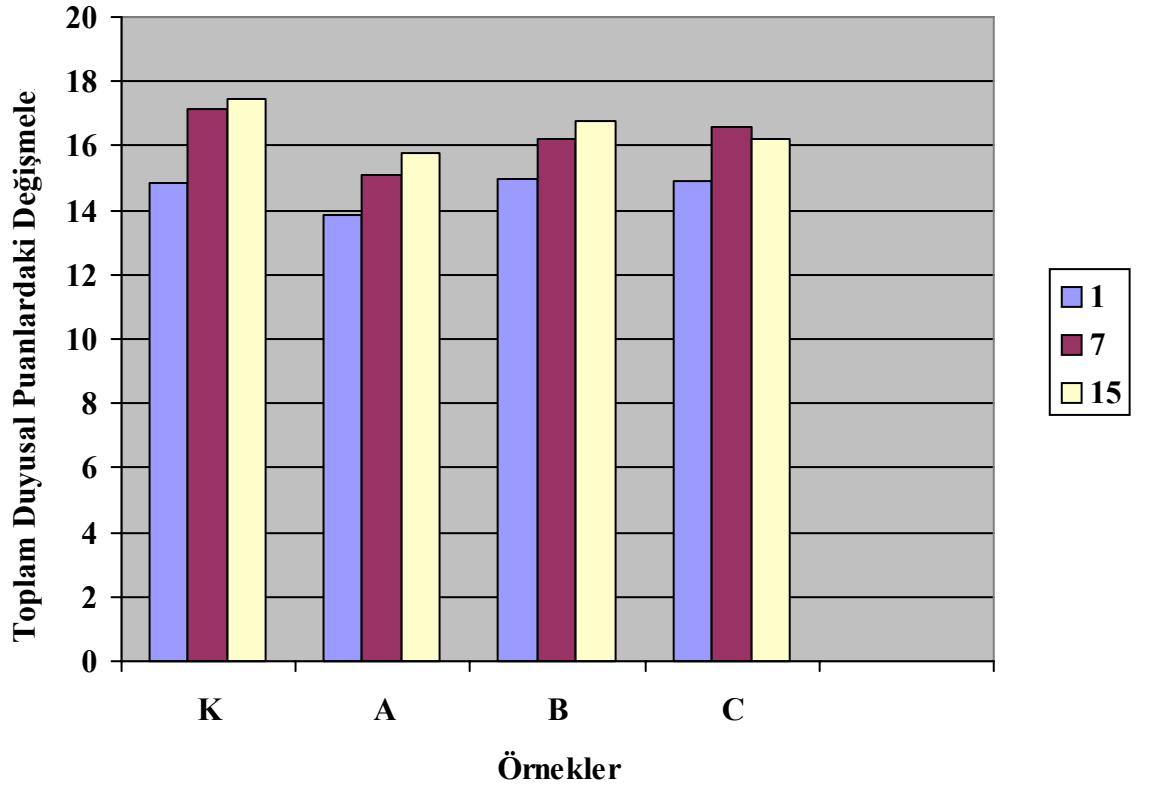
İstatistiksel değerlendirme sonuçlarına göre depolama süresince koku özelliği bakımından örnekler arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolama süresince Dairy Lo™ ilaveli örnekler daha iyi puanlar almasına rağmen bu fark istatistik açıdan önemsiz bulunmuştur. Buna göre Dairy Lo™ ilavesinin örneklerin koku özelliğini önemli derecede etkilemediğini söyleyebiliriz.

Yoğurt örneklerinin koku özelliğine depolamanın etkisi istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Yoğurt örneklerine en yüksek koku puanı depolamanın 15. gününde, en düşük puan ise depolamanın 1. gününde verilmiştir.

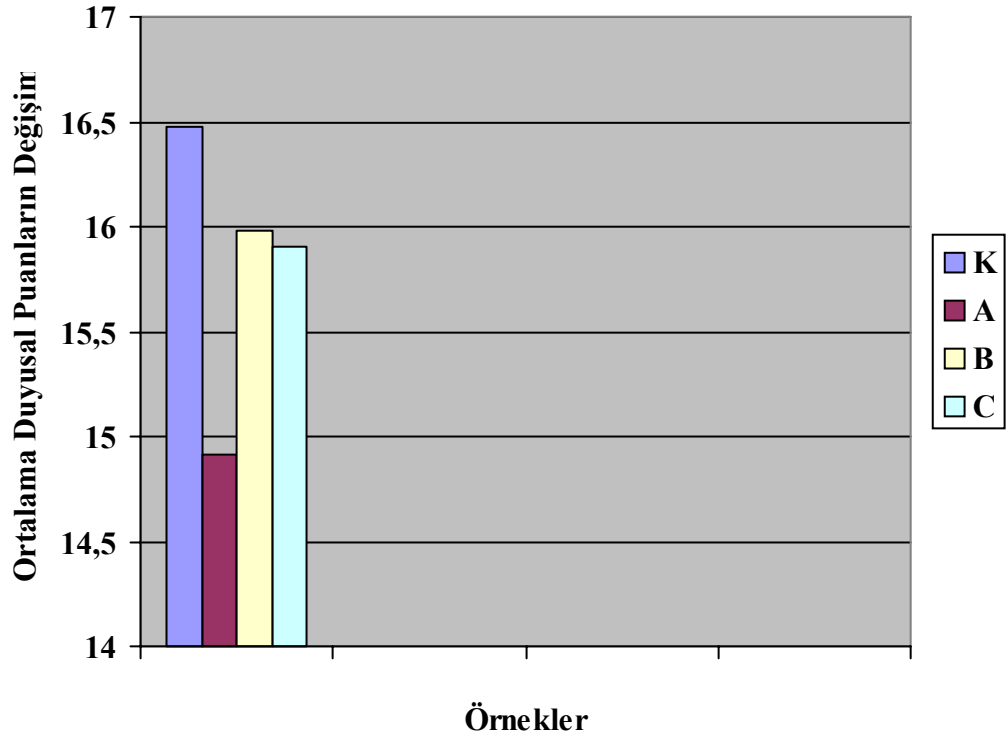


Şekil 4.14. Yoğurt örneklerinin tat puanları

Tat bakımından yapılan istatistik test sonucu örnekler arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Fakat örneklerin tat puanları üzerine depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Örneklerde depolama sürecinde tat puanları iyileşmiştir. Barrantes vd (1994)'da protein esaslı yağ ikame maddesi ilavesinin yoğurt örneklerinin tadını iyileştirdiğini belirtmişlerdir. Kıvam bakımından ise en iyi puanları yağlı yoğurt örneği ve daha sonra %2 Dairy Lo™ ilaveli grup almaktadır.



Şekil 4.15. Yoğurt örneklerinin toplam duyusal puanlarında görülen değişimler



Şekil 4.16.Yoğurt örneklerinin ortalama duyuusal puanlarının değışimi

5.SONUÇ

Bu çalışma sonucu elde edilen araştırma bulgularının genel bir değerlendirmesi bu bölümde verilmiştir.

Yoğurt örneklerinin toplam kuru madde oranlarındaki farklılık önemli bulunmuştur. Bunun nedeni yaklaşık %12 toplam kuru maddeli yağsız rekonstitüe yoğurt sütüne değişik oranlarda Dairy LoTM ve süt yağı ilave edilmesidir.

Yoğurt örneklerinin protein içerikleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Bunun nedeni ise Dairy LoTM'nin protein esaslı bir yağ ikame madde olmasıdır.

Yağsız kontrol ve Dairy LoTM ilaveli yoğurt örneklerinin hepsinin %0 yağ içerdiği görülmüştür. Bunun nedeni Dairy Lo 'nun hiç yağ içermemesi ve yoğurt sütünün yağsız süt tozundan hazırlanmasıdır. Yağlı kontrol yoğurdunun ise %3 oranında yağ içerdiği görülmüştür. Bunun nedeni ise yağlı yoğurdun sütüne bu oranı sağlayacak şekilde süt yağı ilave edilmesidir.

Protein esaslı yağ ikame maddesi olan Dairy LoTM ilave edilmiş yoğurt örnekleriyle yağlı ve yağsız yoğurt örneklerinin pH, Titrasyon asitliği, Asetaldehit ve Laktik Asit değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Yoğurt örneklerine Dairy LoTM ilavesi örneklerdeki pH, Titrasyon asitliği, Asetaldehit ve Laktik Asit değerlerini önemli derecede etkilememiştir. Bu Dairy LoTM'nin yoğurt kültürünün aktivitesini etkilememesinden kaynaklanmaktadır.

İstatistiksel analiz sonucu protein esaslı yağ ikame maddesi olan Dairy LoTM ilavesinin yoğurt örneklerinin konsistensine etkisi önemli bulunmuştur. Örnekler arası konsistens farkı önemlidir ($p<0.01$). %2 Dairy LoTM ilave edilen örnekle yağlı örneğin konsistens değerleri birbirine yakın ve yağsız örneğe göre üstün olduğu bulunmuştur. Bu nedenle protein esaslı yağ ikame maddesi kullanımının yağlı yoğurt örneğine benzeyen ve yağsız kontrol örneğine göre çok iyi olan bir yapı oluşturduğunu söyleyebiliriz. Bunun

nedeni ise Dairy Lo™'nun protein esaslı olması ve emülsifiye ve stabilize edici fonksiyona sahip olmasıdır.

Protein esaslı yağ ikame maddesi olan Dairy Lo™ ilavesinin yoğurt örneklerinin viskozitesini önemli oranda etkilediği görülmüştür ($p<0.01$). Buradan Dairy Lo™ ilaveli örneklerin, yağlı yoğurt örneği ile benzerlik göstererek, yağsız kontrol örneğine göre çok iyi bir yapı sağladığını söyleyebiliriz. Bu denemede en iyi viskozite değerlerine sahip yoğurtların %2 Dairy Lo™ ilaveli yoğurtlar olduğu görülmüştür.

Protein esaslı yağ ikame maddesi olan Dairy Lo™ ilavesinin yoğurt örneklerinin serum ayrılmasını önemli oranda etkilediği görülmüştür ($p<0.01$). Bu durum konsistens ve viskozite ile paralellik göstermektedir. Dairy Lo™ ilaveli yoğurtlarda yağsız örneğe göre serum ayrılması daha az bulunmuştur. Bu protein esaslı Dairy Lo™'nun suyu bağlama özelliğinden kaynaklanmaktadır.

%2 Dairy Lo™ ilaveli örneklerin yağlı örnekle benzer tat puanlarını aldığı görülmüştür. Görünüş bakımından yoğurt örneklerinin birbirine yakın puanları aldıkları görülmüştür. Koku bakımından tüm örneklerin benzer puanları aldıkları belirlenmiştir.

Genel olarak Dairy Lo™ ilavesinin yoğurtların pıhtı sıklığını ve viskozitesini artırdığı, serum ayrılmasını azalttığı ve duyuşal özelliklerini de olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Özellikle %2 oranında Dairy Lo™ ilaveli yoğurt örneğinin, yağlı yoğurt örneği ile benzer olarak, en iyi yapısal özellikleri gösterdiği ve duyuşal olarak da yağlı yoğurt örneğinden sonra en iyi grubu oluşturduğu saptanmıştır.

Bu sonuçlara göre genel bir değerlendirme yapılacak olursa protein esaslı yağ ikame maddesi Dairy Lo™ ilavesinin yoğurt örneklerinin kalite kriterlerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Ayrıca bu çalışmada kullanılan %2 oranı ile yağsız yoğurt üretiminde en iyi sonuçların alınması nedeniyle bu oranın yağsız yoğurt üretiminde kullanılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

Akoh, C.C.1998. Fat Replacers. Food Technology. Vol:52(3):p.47-53

Anema, S.G., Klostmeyer, H.1996. δ Potentials of Casein Micelles from Reconstituted Skim milk Heated at 120°C. International Dairy Journal (6):673-687

Anema, S.G., Li, Y.2003a.Association of Denaturated Whey Proteins with Casein Micelles in Heated Reconstituted Skim milk and Its Effect on Casein Micelle Size. Journal of Dairy Research (70):73-83

Anema, S.G., Lowe, E.K., Li, Y.2004. Effect of pH on The Viscosity of Heated Reconstituted Skim milk. International Dairy Journal (14) : 541-548

Anonymous 1977. Laboratory Manual, The FAO Regional Dairy Development and Training Center for Near East.

Anonymous 1981.TS 1018. Çiğ Süt.TSE (Türk Standartları Enstitüsü), Ankara.

Anonymous 1989. TS 1330. Yoğurt.TSE (Türk Standartları Enstitüsü), Ankara.

Anonymous 2000. Minitab Statistical Software Realease 13.1.www.minitab.com

Anonymous 2001.Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği. Tebliğ No:2001/21

Atamer, M., Sezgin, E.1986.Yoğurtlarda Kuru madde Artırımının Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi. Gıda Dergisi.11(6):327-331

Barrantes, E.,Tamime,A.Y., Muir, D.D. , Sword, A.M.1994.The Effect of Substitution of Fat by Microparticulate Whey Protein on The Quality of Set – Type Natural Yogurt.Journal of the Society of Dairy Technology.Vol:47(2):61-68

- Barrantes, E., Tamime, A.Y., Davies, G., Barclay, M.N.I. 1994a. Production of Low Calorie Yogurt Using Skim milk Powder and Fat Substitutes. 2. Compositional Quality. *Milchwissenschaft* 49(3):135-139
- Barrantes, E., Tamime, A.Y., Sword, A.M. 1994c. Production of Low Calorie Yogurt Using Skim milk Powder and Fat Substitutes. 4. Rheological Properties. *Milchwissenschaft* 49(5):263-266
- Bikker, J.F., Anema, S.G., Li, Y., Hill, J.P. 2000. Thermal Denaturation of β -Lactoglobulin A, B and C in Heated Skim milk. *Milchwissenschaft* 55(11): 609-613
- Britten, M. 1998. Heat Treatments to Improve Functional Properties of Whey Proteins. Whey. Proceeding of The Second International Whey Conference, held in Chicago, USA, 27-29 October 1997. *Bulletin of IDF*. No: 302. p.189-196
- Calleros-Lobato, C., Torrijos-Martinez, O., Castilla-Sandoval, O., Orozco-Pérez, J.P., Carter-Vernon, E.J., 2004. Flow and Creep Compliance Properties of Reduced-Fat Yogurts Containing Protein-Based Fat Replacers. *International Dairy Journal* (14) : 777-782
- Castilla-Sandoval, O., Calleros-Lobato, C., Mondujano-Aguirre, E., Carter-Vernon, E.J. 2004. Microstructure and Texture of Yogurt as Influenced by Fat Replacers *International Dairy Journal*(14):151-159
- Clark, D. 1994. Fat Replacers and Fat Substitutes. *Food Technology*. December. p.86
- Corredig, M., Dalgleish, D.G. 1996. The Binding of α -Lactalbumin and β -Lactoglobulin to Casein Micelles in Milk Treated by Different Heating Systems.

- Corredig, M., Dalgleish, D.G.1999. The mechanisms of The Heat-Induced Interaction Of Whey Proteins with Casein Micelles in Milk. *International Dairy Journal* (9): 233-236
- Dalgleish, D.G., Law, A.J.R.1988. pH Induced dissociation of Casein Micelles. I. Analysis of Liberated Caseins. *Journal of Dairy Research*(55):529-538
- Dalgleish, D.G., Law, A.J.R.1989. pH Induced dissociation of Casein Micelles. II. Mineral Solubilization and Its Relation to Casein Release. *Journal of Dairy Research*(56):727-735
- Davies, F.L., Shankar, P.A., Broker, B.E., Hobbs, D.G.1978. A Heat Induced Change in The Ultrastructure of Milk and Its Effect on Gel Formation inYoghurt. *Journal of Dairy Research*(45):53-58
- Fachin, L., Viotto, W.H.2005. Effect of pH and Heat Treatment of Cheese Whey on Solubility and Emulsifying Properties of Whey Protein Concentrate Produced By Ultrafiltration. *International Dairy Journal* (15) : 325-332
- Farrel, H.M., Pessen, H., Kumosinski, T.F.1989. Water Interactions with Bovine Caseins by Hydrogen -2 Nuclear Magnetic Resonance Relaxation Studies: Structural Implications. *Journal of Dairy Science*:72(2): 562-574
- Foegeding,E.A.1998. Gelation of Whey Proteins-Factors Determining Gel Strength. Whey. *Proceeding of The Second International Whey Conference , held in Chicago,USA,27-29 October 1997. Bulletin of IDF. No: 302.p.164-171*
- Fondén, R., Mogensen, G., Tanaka, R., Salminen, S.2000. Effect of Culture Containing Dairy Products on Intestinal Microflora ,Human Nutrition and Health Current Knowledge and Future Perspectives. *Bulletin of the International Dairy Federation*:352:5-23

- Gibbons, J.D.1976. Non parametric Methods for Quantitative Analysis. Library of Congress Cataloging in Publication Data. International Series in Decision Processes;23.Bibl.;p.445
- Harwalkar,V.R.1979. Comparison of Physico-chemical Properties of Different Thermally Denaturated Whey Proteins. *Milchwissenschaft*.34(7):419-422
- Hillier, R.M., Lyster, R.L.J.1979. Whey Protein Denaturation in Heated Milk and Cheese Whey. *Journal of Dairy Research*(46):95-102
- Huyghebaert, A., Dewettinck, K., Greyt de , W.1996. Fat Replacers. *Bulletin of The IDF*:317:10-15
- Jang, H.D., Swaisgood, H.E.1990. Disulfide Bond Formation Between Thermally Denaturated β -Lactoglobulin and κ -Casein Micelles. *Journal of Dairy Science*(73):900-904
- Kalab, M., Emmons, D.B.1976. Milk Gel Structure V. Microstructure of Yoghurt as Related to The Heating of Milk. *Milchwissenschaft*.31(7):402-408
- Kalab.,M.1979. Microstructure of Dairy Foods.1. Milk Products Based on Protein. *Journal of Dairy Science*(62):1352-1364
- Less, G.J., Jago, G.R.1969. Methods for the Estimation of Acetaldehyde in Cultured Dairy Product. *Australian Journal of Dairy Technology* (24):181-185
- Less, G.J., Jago, G.R. 1978. Role of Acetaldehyde in Metabolism:A Review.1.Enzymes Catalyzing Reactions Involving Acetaldehyde. *Journal of Dairy Science*(61): 1205-1215.
- Mistry, V.V., Hassan, H.N.1992. Manufacture of Nonfat Yogurt from a High Milk Protein Powder. *Journal of Dairy Science*(75):947-957

- Mleko, S., Achremowicz, B., Foegeding, E.A.1994. Effect of Protein Concentration on The Rheological Properties of Whey Protein Concentrate Gels. *Milchwissenschaft*.49(5):266-268
- Modler, H.W., Larmond, M.E., Lin, C.S., Froehlich, D., Emmons, D.B.1983. Physical and Sensory Properties of Yogurt Stabilized with Milk Proteins. *Journal of Dairy Science*(66):422-429
- Modler, H.W., Kalab, M.1983. Microstructure of Yogurt Stabilized with Milk Proteins. *Journal of Dairy Science*(66):430-437
- Morr, C.V.1989. Beneficial and Adverse Effects of Water – Protein Interactions in Selected Dairy Products. *Journal of Dairy Science*(72):575-580
- Mottar, J., Bassier, A., Joniau, M., Baert, J.1989. Effect of Heat Induced Association of Whey Proteins and Casein Micelles on Yogurt Texture. *Journal of Dairy Science*(72):2247-2256
- Mulvihill, D.M., Fox, P.F.1983. Assesment of the Functional Properties of Milk Protein Products. *Bulletin of IDF*:209:3-11
- Oldfield, D.J., Singh, H., Taylor, M.W., Pearce, K.N.2000. Heat –Induced Interactions of β -Lactoglobulin and α -Lactoalbumin with The Casein Micelle in pH-Adjusted Skim Milk. *International Dairy Journal* (10):509-518
- Öztürk, G.F., Metin, M., Koca, N., Balkır, P.2000. Protein Kaynaklı Bazı Yağ İkame Maddelerinin Set Tip Yağsız Yoğurt Üretiminde Kullanımı. *Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri*, 6. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı.syf:162-172

- Puvanenthiran, A., Williams, R.P.W., Augustin, M.A.2002. Structure and Visco-elastic Properties of Set Yoghurt with Altered Casein to Whey Protein Ratios. International Dairy Journal(12):383-391
- Rantamäki, P., Tossavainen, O., Outinen, M., Tupasela, T., Koskela, P., Kaunismäki, M.2000. Functional Properties of The Whey Protein Fractions Produced in Pilot Scale Processes. Foaming, Water Holding Capacity and Gelation. Milchwissenschaft.55(10):569-572
- Roufik, S., Paquin, P., Britten, M.2005. Use of High –Performance Size Exclusion Chromatography to Characterize Protein Aggregation in Commercial Whey Protein Concentrates. International Dairy Journal (15): 231-241
- Rowland, S.J.1938. The Determination of Nitrogen Distribution of Milk. Journal of Dairy Research(9):42-46
- Seydim-Güzel, Z.B., Sarıkuş, G., Okur, Ö.D.2005. Effect of Inulin and Dairy- Lo[®] as Fat Replacers on The Quality of Set Type Yoghurt. Milchwissenschaft.60(1): 51-55
- Sezgin, E.1999. Yoğurt Teknolojisi Lisans Ders Notları.Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.Süt Teknolojisi Bölümü.Ankara
- Smits, P., Brouwershaven, J.H.V.1980. Heat -Induced Association of β -Lactoglobulin and Casein Micelles. Journal of Dairy Research(47):313-325
- Sodini, I., Lucas, A., Tissier, J.P., Corrieu, G.2005. Physical Properties and Microstructure of Yoghurts Supplemented with Milk Protein Hydrolysates. International Dairy Journal(15):29-35

- Steinsholt, K., Calbert, H.E.1960. A Rapid Colorimetric Method for The Determination of Lactic Acid in Milk Products. *Milchwissenschaft* (15):7-10
- Tamime, A.Y., Barclay, M.N.I., Davies, G., Barrantes,E.1994. Production of Low Calorie Yogurt Using Skim milk Powder and Fat Substitutue.1.A Review. *Milchwissenschaft* 49(2):85-88
- Tamime, A.Y., Kalab, M., Muir, D.D., Barrantes, E.1995. The Microstructure of Set – Style , Natural Yogurt Made By Substituting Microparticulate Whey Protein For Milk Fat. *Journal of The Society of Dairy Technology*.48(4):107-111
- Tamime, A.Y., Robinson, R.K.1999. *Yoghurt Science and Technology*. CRC Pres. Woodhead Publishing Ltd. Abington Hall,Abington.Cambridge CB1 6AH, England.
- Uysal, H., Kınık, Ö., Akbulut, N., Güley, Z.2002. Düşük Kalorili Yoğurt Üretiminde Simplese[®]100 Kullanımı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü.Bornova,İzmir.
- Yaygın, H.1999. *Yoğurt Teknolojisi*. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü.Yayın No:75,331s., Antalya.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Ankara'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Ankara'da tamamladı. 1997 yılında girdiği Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü'nden 2002 yılında Ziraat Mühendisi ünvanı ile mezun oldu. 2002 Eylül ayında Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Öğrenimine başladı. 17.10.2002 tarihinden buyana Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**PROTEİN ESASLI YAĞ İKAME MADDESİ KULLANIMININ YAĞSIZ
YOĞURDUN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Fatma SEZEN

SÜT TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2005**

Her Hakkı Saklıdır

