

PROTEİN ESASLI YAĞ İKAME MADDESİ KULLANIMININ YAĞSIZ YOĞURDUN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

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

Fatma SEZEN, Celalettin KOÇAK*, Filiz YILDIZ

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Ankara

ÖZET: Bu çalışmada, protein esaslı yağ ikame maddesi olan Dairy-Lo™'nun %1 ve %2 gibi iki farklı oranı kullanılarak, rekonstitüe sütte üretilen, yağsız set tipi yoğurtların fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşsal 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 duyuşsal 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.

Anahtar kelimeler: Yağsız set tip yoğurt, protein esaslı yağ ikame maddesi, kalite

ABSTRACT: In this study, physical, chemical, textural and sensory properties of nonfat yoghurts manufactured from reconstituted skim milk 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.

Keywords: Non fat set type yoghurt, protein based fat replacer, quality

GİRİŞ

Geleneksel süt ürünlerimizden birisi olan yoğurt, ülkemizin her bölgesinde yaygın olarak üretilip tüketilmektedir. Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği yoğurdu *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus* ve *Streptococcus salivarius* spp. *thermophilus* bakterilerinin laktik asit fermentasyonu ile meydana gelen koagüle ürün olarak tanımlamaktadır. Yoğurdun önemi ve tüketimindeki yaygınlık; bileşimindeki besin öğelerinin süte göre daha konsantre ve sindirimlerinin daha kolay olması (1) ve tanımda yer alan bakterileri canlı olarak içermesi nedeniyle gastrointestinal bölgedeki faydalı etkisinden kaynaklanmaktadır (2, 3).

Toplam kuru madde (TKM)'nin önemli bir unsuru olan yağ; yoğurdun duyuşsal, fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumlu yönde etkiler. Çünkü yağ yoğurt pıhtısını oluşturan ağ yapıdaki temel bileşenlerden biridir (4). Yağın en önemli etkisi de yoğurta tekstür, tat ve aromayı iyileştirmesidir. Dolayısıyla üründe yağın olmaması istenmeyen duyuşsal ve fiziksel kusurlara neden olmaktadır (5).

Yoğurt üretiminde yağın bu kadar önemli olmasına karşın günümüzde değişen beslenme alışkanlıkları nedeniyle enerji tüketimi azalmıştır. Ayrıca gıdalarla yüksek oranda yağ alımına bağlı olarak obezite, kolesterol ve bazı kanser tiplerinin riski artmıştır. Dolayısıyla günümüzde insanlar yağlı gıda tüketimini azaltmış ve yağsız

* E-posta: kocak@agri.ankara.edu.tr

ürünlere yönelmişlerdir. Bu nedenle üreticiler yağsız ürün üretimine yönelmişler bunu yaparken de yağ eksikliğinden kaynaklanan olumsuzlukları gidermek amacıyla yağ yerine süt teknolojisinde yeni bir uygulama olan yağ ikame madde kullanımına gitmişlerdir. Bu ürünler arasında yoğurt da yer almaktadır (6, 5).

Yağ ikame maddeleri; yağdan daha az kalori vermeleri ve yağın yerini tutabilmeleri nedeniyle kalorisini azaltılmış ürünlerde düşük yağ oranının neden olduğu duyuşsal ve fiziksel olumsuzlukları önlemek ve iyileştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Teknolojide kullanılan yağ ikame maddeleri yağ esaslı (fat substitutes), protein ve karbonhidrat esaslı (fat mimetics) yağ ikame maddeleri olmak üzere 2 gruptur (7).

Bu çalışmada da protein esaslı yağ ikame maddesi olan Dairy-Lo™ maddesi kullanımının yağsız set tipi yoğurtların kalitesi üzerine yani; fiziksel, kimyasal ve duyuşsal nitelikleri üzerinde etkileri incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Ham madde rekonstitüe sütün elde edilmesinde kullanılan, düşük sıcaklıkta pastörize edilmiş süten üretilen yağsız sütozu (%96 TKM'li) Enka Süt ve Gıda Mamülleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den (Konya) temin edilmiştir. Yağ standardizasyonu için gerekli tereyağı Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Eğitim-Araştırma ve Uygulama İşletmesi'nden temin edilmiştir. 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. Araştırmada Carbery Group (İreland) firmasından temin edilen "Carbelac Dairy-Lo™" ticari isimli protein esaslı yağ ikame maddesi kullanılmıştır.

Yöntem

Yoğurt Üretim Yöntemi

Yoğurt üretiminde kullanılan rekonstitüe süt, Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliğinde belirlenen minimum yoğurt bileşimini (en az %4 protein ve %12 yağsız süt kuru maddesi) sağlayabilecek şekilde yağsız süt tozu kullanılarak hazırlanmıştır. 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 Dairy-Lo™ (C) ilave edilmiştir. Bu oranlar ön denemeler sonucu elde edilmiştir. Tüm örnekler Alfa-Laval homojenizatörde 60°C'de 200kg/cm² basınçta homojenize edildikten sonra 85°C'de 15dk. ısı 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 ve sonrasında +4°C'ye soğutulularak depolanmıştır. Depolamanın 1., 7. ve 15. günlerinde yoğurtlar analiz edilmiştir. Bu Şekil1 deki gibi şematize edilebilmektedir.

Denemede rekonstitüe süt elde ederken kullandığımız sütozunda toplam kuru madde, titrasyon asitliği, yağ ve eriyebilirlik analizleri (8)'e göre, pH değerleri ise (Orion 420) birleşik elektrotlu dijital pH metre ile belirlenmiştir. Rekonstitüe sütte toplam kuru madde, yağ ve titrasyon asitliği (9), toplam protein (10)'a göre belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinde de toplam kuru madde, yağ, titrasyon asitliği (11)'e göre, toplam protein (12), pH değerleri birleşik elektrotlu dijital pH metre (Orion 420) ile tespit edilmiştir. Laktik asit (13)'e göre asetaldehit iyodimetrik olarak (14)'e göre yapılmıştır. Konsistens değerleri Stanhope-Seta (İngiltere) 17310-0 model penetrometre yardımıyla, viskozite ise 3°C'de HAAKE VT 181/VTR 24 viskozimetresi kullanılarak tespit edilmiştir. Serum ayrılması (15)'e göre tayin edilmiştir. Son olarak duyuşsal değerlendirme de TS1330'da önerilen puanlama sistemi modifiye edilerek kullanılmıştır (11). Duyuşsal değerlendirmeyi 5 kişilik panelist grup gerçekleştirmiştir. Denemeler 2 tekerrür halinde gerçekleştirilmiştir. Sonuçların istatistiksel değerlendirmesinde Varyans Analiz Tekniğinden yararlanılmış ve farklı grupların belirlenmesi için Duncan Testi uygulanmıştır (16). Ayrıca duyuşsal değerlendirme sonuçlarına parametrik olmayan Kruskal-Wallis Testi uygulanmıştır (17) .

SONUÇ VE TARTIŞMA

Yoğurt Yapımında Kullanılan Süt Tozu ve Rekonstitüe Sütün Bazı Nitelikleri

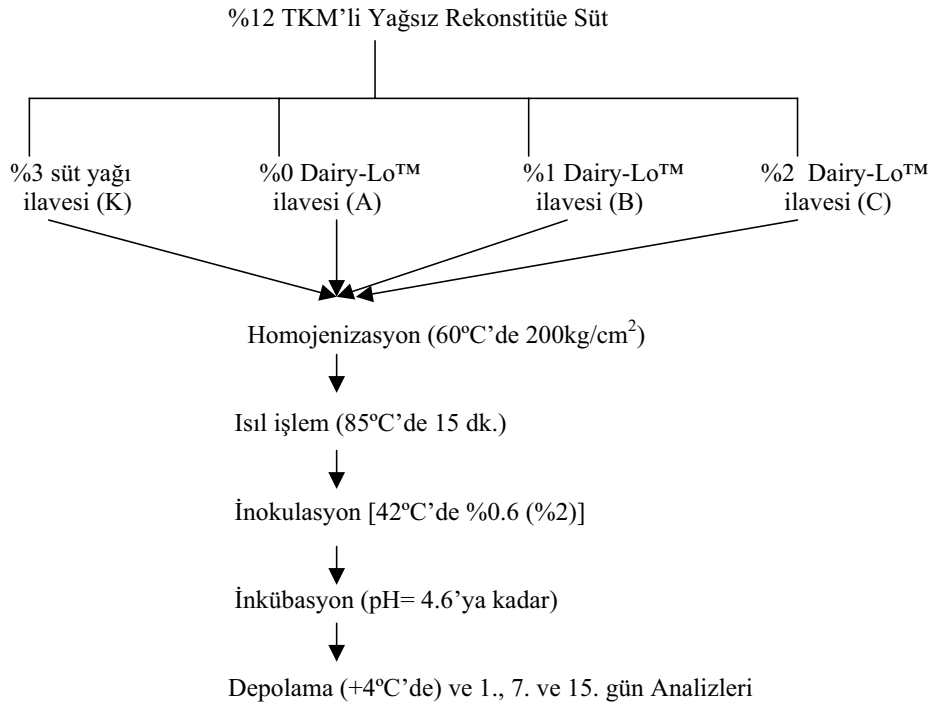
Araştırmada hammadde olarak kullanılan süttozu ve rekonstitüe sütün genel niteliklerine ilişkin bulgular Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Süttozu ve Rekonstitüe Sütün Genel Nitelikleri

	Süttozu	Rekonstitüe Süt	
		Yağsız Süt	%3 Yağlı Süt
Toplam Kuru Madde,	% 96	11.72	14.63
Yağ, %	0	0	3
Titrasyon Asitliği, °SH	7.56	7.92	7.88
pH	-	6.52	6.52
Çözünbilme Oranı,	% 99.8	-	-
Toplam Protein, %	-	4.11	4.03

Dairy-Lo™ İlaveli Yoğurt Üretimine Dair Bulgular

Süte Dairy-Lo™ ilave edilerek üretilen yoğurtların bileşimi Çizelge 2'de verilmiştir. 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. Yoğurt örneklerinde %3 yağlı kontrol örneği (K) hariç, yağsız rekonstitüe sütün yapıldıkları ve ilave edilen yağ ikame maddesinin yağ içermemesi nedeniyle yağ saptanmamıştır. Benzer şekilde yapılan bir çalışmada protein esaslı yağ ikame maddesinin yağ içermediğini saptanmıştır (18).



Şekil 1. Dairy-Lo™ ilaveli yoğurt üretimi

Çizelge 2. Yoğurt örneklerinin bileşimi (n=2)

Örnekler	Toplam Kurumadde (%)	Toplam Protein (%)	Yağ (%)
K	15.00±0.0000 ^{a**}	4.22±0.0001 ^{d**}	3
A	12.08±0.0000 ^{d**}	4.25±0.0000 ^{c**}	0
B	13.08±0.0002 ^{c**}	5.24±0.0000 ^{b**}	0
C	14.08±0.0000 ^{b**}	6.24±0.0001 ^{a**}	0

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

Sadece K örneğinde %3 yağ görülmüştür. Bu da %3 yağ oranını sağlamak için katılan süt yağından kaynaklanmaktadır. Çizelge 2'de görüldüğü gibi örneklerin toplam protein değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (p<0.01). Çünkü Dairy-Lo™ protein esaslı bir maddedir. Dolayısıyla Dairy-Lo™ ilave edilen örneklerin (B ve C) protein oranları yüksek çıkmıştır. Benzer şekilde Dairy-Lo™ katkılı örneklerde protein oranları yüksek bulunmuştur (19).

Yoğurt örneklerinin 15 günlük depolama süresinde biyokimyasal özelliklerinde meydana gelen değişimler Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelgede 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 depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). Yoğurt örneklerinin titrasyon asitlikleri Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliğinde belirtilen değerler arasında bulunmuştur (20). Ayrıca depolama sürecinde yoğurtların titrasyon asitliklerinin arttığı değişik araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (18). Yine çizelgeden görülebileceği gibi örneklerin pH değerleri arasındaki fark önemli bulunmamıştır (p>0.05). Yalnız örneklerin pH değerleri depolama sürecinde zamanla bir azalma göstermiş ve pH değerlerine depolamanın etkisi önemli bulunmuştur (p<0.01). Depolama boyunca K ve A örneklerinde belirlenen bazı pH değerleri Dairy-Lo™ ilaveli örneklere göre daha düşük bulunmuştur. İstatistik değerlendirme sonucu ise laktik asit içeriği bakımından yoğurt örnekleri arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır (p>0.05). Depolama süresince yoğurt örneklerinin laktik asit değerleri artmıştır ve bu artış istatistik olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). Dairy-Lo™ ilaveli yoğurtlarda asitlik artışının daha az olduğuna dair sonuçlara değişik çalışmaların araştırma bulgularında da rastlanmıştır (19).

Yoğurt aromasının oluşumunda asetaldehit önemli bir bileşendir. İnek sütü yoğurdunun asetaldehit içeriğinin 4-26 ppm olması gerektiği belirtilmiştir (2). Çizelge 3'te 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). Dairy-Lo™ ilavesinin yoğurt örneklerinin asetaldehit içerikleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığını görülmüştür. Bu sonuçtan hareketle Dairy-Lo™ ilavesinin fermentasyon süresince starter kültür aktivitesini etkilemediği söylenebilmektedir (18). 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

Çizelge 3. Yoğurt örneklerinin kimyasal özellikleri (n=2)

Örnekler	Depolama Süresi	pH	Titrasyon Asitliği (°SH)	Laktik Asit (%)	Asetaldehit (ppm)
K	1	4.58±0.0025 ^{A**}	36.4±0.200 ^{C**}	0.634±0.000 ^{C**}	13.60±0.275 ^{A**}
	7	4.35±0.0025 ^{B**}	40.4±0.000 ^{B**}	0.679±0.0038 ^{B**}	8.70±0.0000 ^{B**}
	15	4.29±0.0050 ^{C**}	48.1±0.100 ^{A**}	0.720±0.0038 ^{A**}	4.84±0.0000 ^{C**}
A	1	4.58±0.0025 ^{A**}	36.8±0.00 ^{C**}	0.629±0.0019 ^{C**}	13.70±0.055 ^{A**}
	7	4.34±0.0000 ^{B**}	40.5±0.300 ^{B**}	0.677±0.0019 ^{B**}	8.31±0.0550 ^{B**}
	15	4.28±0.0075 ^{C**}	48.6±0.000 ^{A**}	0.724±0.075 ^{A**}	5.00±0.165 ^{C**}
B	1	4.59±0.0075 ^{A**}	36.6±0.200 ^{C**}	0.634±0.00372 ^{C**}	13.80±0.275 ^{A**}
	7	4.36±0.0000 ^{B**}	40.5±0.300 ^{B**}	0.679±0.00750 ^{B**}	8.52±0.165 ^{B**}
	15	4.30±0.0075 ^{C**}	48.1±0.100 ^{A**}	0.713±0.00375 ^{A**}	4.95±0.0000 ^{C**}
C	1	4.58±0.0000 ^{A**}	36.6±0.200 ^{C**}	0.632±0.00560 ^{C**}	13.7±0.28 ^{A**}
	7	4.35±0.0025 ^{B**}	40.4±0.200 ^{B**}	0.677±0.00191 ^{B**}	8.60±0.110 ^{B**}
	15	4.32±0.0028 ^{C**}	48.1±0.100 ^{A**}	0.728±0.00375 ^{A**}	4.78±0.165 ^{C**}

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

belirlenmiştir. Asetaldehit miktarı depolama süresince azalma göstermiştir. Bunun nedeni yoğurt bakterilerinin alkol dehidrogenaz aktivitesine bağlı olarak asetaldehitin etil alkole indirgenmesidir.

Yoğurt örneklerinin fiziksel özellikleri Çizelge 4'de verilmiştir. Yoğurt örneklerinin konsistens değerlerinin istatistiksel analizi sonucunda muamele_zaman interaksyonunun önemli olduğu bulunmuştur (p<0.01). Bu nedenle konsistens değerleri bakımından yoğurt örnekleri arasındaki farklılık istatistik açıdan önemli bulunmuştur (p<0.01). Ayrıca Dairy-Lo™ ilaveli örneklerde oran arttıkça konsistens değerinin azaldığı yani pıhtı stabilitesinin arttığı görülmüştür. Bu durum proteinin emülsifiye edici özelliğinden kaynaklanmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalarda yağsız yoğurtlara serum proteini konsantrisi ilavesinin tekstürel özellikleri yağlı yoğurtların tekstürel özellikleri düzeyine getirdiği ifade edilerek, denatüre serum proteini içeren serum proteini

Çizelge 4. Yoğurt örneklerinin fiziksel özellikleri (n=2)

Örnekler	Depolama Süresi	Konsistens	Viskozite	Serum Ayrılması
K	1	338.5 ±4.00 ^{Ad**}	1200±50 ^{Cb**}	8.63±0.0250 ^{Cc**}
	7	332±2.00 ^{Bc**}	1325±25 ^{Ba**}	8.9±0.0500 ^{Bc**}
	15	316±2.00 ^{Cd**}	1375±25 ^{Aa**}	9.3±0.500 ^{Ac**}
A	1	404.50±0.50 ^{Aa**}	825±25 ^{Cd**}	9.18±0.0750 ^{Ca**}
	7	392.25±2.75 ^{Ba**}	975±25 ^{Bc**}	9.58±0.0750 ^{Ba**}
	15	374.25±0.75 ^{Ca**}	1075±25 ^{Ac**}	9.98±0.0250 ^{Aa**}
B	1	377.75±0.75 ^{Ab**}	1050±0.00 ^{Cc**}	8.7±0.150 ^{Cb**}
	7	350.75±0.25 ^{Bb**}	1175±25 ^{Bb**}	9.13±0.125 ^{Bb**}
	15	339.50±1.00 ^{Cb**}	1250±0.00 ^{Ab**}	9.53±0.0250 ^{Ab**}
C	1	351.25±1.25 ^{Ac**}	1250±50 ^{Ca**}	8.38±0.0250 ^{Cd**}
	7	329.75±1.75 ^{Bd**}	1325±75 ^{Ba**}	8.73±0.0250 ^{Bd**}
	15	319.50±1.50 ^{Cc**}	1375±25 ^{Aa**}	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)**

konsantrinin protein ağ tabakasına tamamen entegre olduğu belirtilmiştir (21, 22, 23). Bu entegrasyonun protein ağ tabakasını güçlendirdiği ve ona yüksek jelleşme niteliği kazandırdığı da belirtilmiştir. 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. Yani depolama süreci boyunca yoğurtların pıhtı sıklıkları artmıştır. Sonuç olarak Dairy-Lo™ ilavesinin yoğurt örneklerinin pıhtı stabilitesi üzerine olumlu etki yaptığı söylenebilir.

Pıhtı stabilitesinin belirlenmesinde yararlanılan diğer bir parametre de viskozite değeridir. Viskozite değerleri bakımından yoğurt örnekleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). Çizelge 4'de görüldüğü gibi en yüksek viskozite değerleri yağlı örnek (K) ile % 2 Dairy-Lo™ ilave edilen örnekte (C) görülmüştür. Bunu, %1 Dairy-Lo™ ilaveli örnek (B) ile yağsız örnek (A) izlemiştir. Dairy-Lo™ ilavesinin yağsız yoğurdun viskozite değerini artırdığı, %2'lik oranın ise yağlı yoğurdun viskozitesine yakın bir değere çıkardığı belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada serum proteini konsantrisi Dairy-Lo™ kullanılarak yapılan yoğurtlarda, yağlı yoğurt örneğine benzer akıcı ve visko-elastik yapıda protein ağ tabakası elde edildiği ifade edilmiştir (22). Serum proteinleri ile kazein miselleri arasındaki kompleks muhtemelen, denatüre serum proteinlerinin serbest -SH grupları ile κ-kazeinin -SS bağları arasındaki tiol sülfid değişim reaksiyonları sonucu olarak oluşmaktadır. pH değişimleri kazein misellerinin; misel yüzey alanı, misel boyutu, misel su bağlama yeteneği ve misel içeriği gibi özellikleri kapsayan niteliklerini değiştirmektedir (24). Bu değişimlerin biri veya bir kombinasyonu serum proteinleri ile kazein miselleri arasındaki interaksiyon eğilimini değiştirir (25). Yapılan istatistik analiz sonucu yoğurt örneklerinin viskozite değerleri üzerine depolamanın etkisi de önemli bulunmuştur (p<0.01). Depolama süreci boyunca örneklerin viskozite değerleri artmıştır. Yapılan çalışmalarda da benzer şekilde pH artışının protein ağ tabakası oluşumunu olumsuz etkilediği ve yapıdaki ikincil ve üçüncül yapıları bir arada tutan iç bağın zayıfladığı ifade edilmiştir (26, 27).

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 tüm zamanlarda en az serum ayrılması %2 Dairy-Lo™ ilaveli örnekte (C) görülmüştür. Onu sırasıyla yağlı kontrol örneği (K), %1 Dairy-Lo™ ilaveli örnek (B) ve yağsız örnek (A) izlemiştir. Protein konsantrasyonu artışının sinerezi azalttığı ifade edilmiştir. Serum proteinlerinin fonksiyonel özellikleri incelendiğinde özellikle ısı işlem vasıtasıyla denatüre edilerek elde edilen serum proteini konsantrilerinin daha

stabil dispersiyon gösterdiği belirtilmiştir. Proteinlerin hidrojen bağları ile polar gruplara bağlanma kabiliyetinde olduğu saptanmıştır (28).

Duyusal değerlendirmeler için yapılan parametrik olmayan Kruskal-Wallis testine göre görünüş bakımından örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Burada 1. gün ile 7. ve 15. günde örneklerdeki görünüş farklılığı önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Görünüş tüm örneklerde depolama sürecinde iyileşmiştir. Dairy-Lo™ ilaveli örneklerde (B ve C) yağlı örnekle (K) benzer yağsız yoğurda (A) göre daha parlak bir görünüş elde edilmiştir. Çünkü bu madde tanecik boyutundan dolayı ışığı yansıtmakta ve ürüne parlak bir görünüş vermektedir. 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. Yapılan bir çalışma sonucu Dairy-Lo™ ilaveli örneklerin kıvamlarının yağlı örneğin kıvamına yakın değerde olduğu ve yağsız örnekten daha yüksek nitelikte olduğu belirtilmiştir (19). Depolama sürecinde tüm örneklerde kıvam puanlarında bir artış gözlenmiş fakat yoğurt örneklerinin kıvam özelliğine depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). 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 etkilemediği söylenebilir. 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. 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. Toplam puanlarda genel ortalamalara bakıldığında da Dairy-Lo™ ilaveli örneklerin (B ve C), yağlı kontrol örneğine (K) yakın puanlar aldığı görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Sezgin E. 1999. Yoğurt Teknolojisi Lisans Ders Notları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Süt Teknolojisi Bölümü. Ankara
2. Tamime AY, Robinson RK. 1999. Yoghurt Science and Technology. CRC Pres. Woodhead Publishing Ltd. Abington Hall. Abington. Cambridge CB1 6AH. England
3. 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
4. Barrantes E, Tamime AY, Sword AM. 1994. Production of Low Calorie Yogurt Using Skim milk Powder and Fat Substitutes. 4. Rheological Properties. Milchwissenschaft 49 (5): 263-266.
5. Tamime AY, Barclay MNI, 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
6. Barrantes E, Tamime AY, Davies G, Barclay MNI. 1994. Production of Low Calorie Yogurt Using Skim milk Powder and Fat Substitutes. 2. Compositional Quality. Milchwissenschaft 49 (3): 135-139
7. Akoh CC. 1998. Fat Replacers. Food Technology. Vol: 52 (3): p. 47-53
8. Anonymous. 1974. TS 1329. Süttozu. TSE (Türk Standartları Enstitüsü). Ankara
9. Anonymous. 1981. TS 1018. Çiğ Süt. TSE (Türk Standartları Enstitüsü). Ankara.
10. Rowland SJ. 1938. The Determination of Nitrogen Distribution of Milk. Journal of Dairy Researchs (9): 42-46
11. Anonymous 1989. TS 1330. Yoğurt. TSE (Türk Standartları Enstitüsü). Ankara.
12. Anonymous 1977. Laboratory Manual. The FAO Regional Dairy Development and Training Center for Near East.
13. Steinholt K, Calbert, HE. 1960. A Rapid Colorimetric Method for The Determination of Lactic Acid in Milk Products. Milchwissenschaft (15): 7-10
14. Less GJ, Jago GR. 1969. Methods for the Estimation of Acetaldehyde in Cultured Dairy Product. Australian Journal of Dairy Technology (24): 181-185.

15. Atamer M, Sezgin E. 1986. Yoğurtlarda Kuru madde Artırımının Fiziksel Özellikler Üzerine Etkisi. *Gıda Dergisi*.11(6): 327-331
16. Anonymous 2000. Minitab Statistical Software Realease 13.1. www.minitab.com
17. Gibbons JD. 1976. Non parametric Methods for Quantitative Analysis. Library of Congress Cataloging in Publication Data. International Series in Decision Processes; 23. Bibl.; p. 445
18. Barrantes E, Tamime AY, Muir DD, Sword AM. 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
19. Seydim-Güzel ZB, Sarıkuş G, Okur ÖD. 2005. Effect of Inulin and Dairy- Lo[®] as Fat Replacers on The Quality of Set Type Yogurt. *Milchwissenschaft*. 60(1): 51-55
20. Anonymous 2001. Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği. Tebliğ No: 2001/21
21. Castilla-Sandoval O, Calleros- Lobato C, Mondujano-Aguirre E, Carter- Vernon EJ. 2004. Microstructure and Texture of Yogurt as Influenced by Fat Replacers. *International Dairy Journal* (14): 151-159
22. Calleros-Lobato C, Torrijos-Martinez O, Castilla- Sandoval O, Orozco- Pérez JP, Carter-Vernon EJ. 2004. Flow and Creep Compliance Properties of Reduced-Fat Yogurts Containing Ptotein –Based Fat Replacers. *International Dairy Journal* (14) : 777-782
23. Roufik S, Paquin P, Britten M. 2005. Use of High–Performance Size Exclusion Chromatography to Chracterize Protein Aggregation in Commercial Whey Protein Concentrates. *International Dairy Journal* (15): 231-241
24. Anema SG, Klostmeyer H. 1996. 8 Potentials of Casein Micelles from Reconstitued Skim milk Heated at 120°C. *International Dairy Journal* (6): 673-687
25. Anema SG, Li Y. 2003. Association of Denaturated Whey Proteins with Casein Micelles in Heated Reconstitued Skim milk and Its Effect on Casein Micelle Size. *Journal of Dairy Research* (70): 73-83
26. Oldfield DJ, Singh H, Taylor MW, Pearce KN. 2000. Heat–Induced Interactions of β -Lactoglobulin and α -Lactoalbumin with The Casein Micelle in Adjusted Skim Milk. *International Dairy Journal* (10): 509-518
27. Fachin L, Viotto WH. 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
28. 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 Capasity and Gelation. *Milchwissenschaft*. 55(10): 569-572