

YAĞ İKAME MADDESİ KULLANILARAK (LITESSE®ULTRA™) KURUMADDE ARTIRIMININ YAĞSIZ YOĞURDUN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Özlem Küçükakgöl, Celalettin Koçak*, Fatma Sezen, Filiz Yıldız

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Dışkapı-Ankara

Geliş tarihi / Received: 29.02.2008

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 03.06.2009

Kabul tarihi / Accepted: 08.06.2009

Özet

Bu çalışmada, karbonhidrat esaslı yağ ikame maddesi Litesse®Ultra™'nın farklı oranlarda (%1 ve %1.5) kullanımı ile kurumadde artırımının (%14), yağsız yoğurdun kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Depolamanın 1., 7. ve 15. günlerinde yoğurt örneklerinin fiziksel (serum ayrılması, viskozite, konsistens değerleri), kimyasal (titrasyon asitliği, pH, asetaldehit, laktik asit değerleri) ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir.

Elde edilen bulgular, yağsız rekonstitüe süte Litesse®Ultra™ ilavesinin, yağsız yoğurdun konsistens ve viskozitesini artırdığını, serum ayrılmasını azalttığını göstermiştir. Ayrıca, Litesse®Ultra™'nın %1.5 oranında kullanımının yağsız set tipi yoğurdun fiziksel ve duyuşal özelliklerini iyileştirdiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Yağsız yoğurt, yağ ikame maddesi, Litesse®Ultra™, kurumadde artırımı.

EFFECT OF FORTIFICATION OF DRY MATTER USING FAT SUBSTITUTE (LITESSE®ULTRA™) ON THE QUALITY OF NON FAT YOGHURT

Abstract

In this study, the effect of fortification of the dry matter using Litesse®Ultra™ (as 1% and 1.5%) that is carbohydrate based fat replacer on the quality of non fat yoghurt was investigated. Some physical, chemical (as pH, acetaldehyde, lactic acid, serum separation, viscosity, consistency values and titratable acidity) and sensory properties were determined in yoghurt samples on the 1st, 7th and 15th days of storage.

Results indicated that the addition of Litesse®Ultra™ to reconstituted skim milk increased consistency and viscosity and decreased serum separation of non fat yoghurt. Addition of 1.5% Litesse®Ultra™ to reconstituted skim milk improved the quality of non fat yoghurt.

Keywords: Non fat yoghurt, fat replacer, Litesse®Ultra™, dry matter fortification.

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ kocak@agri.ankara.edu.tr, ☎ (+90) 312 596 1351, 📠 (+90) 312 318 2219

GİRİŞ

Beslenmede protein, yağ, karbonhidrat gibi temel besin maddelerinin dengeli ve uygun şekilde tüketilmesi önemlidir. Son yıllarda fazla yağ tüketiminin neden olduğu sağlık problemleri ve beslenme uzmanlarının hayvansal yağları daha az tüketmemiz konusundaki önerileri, üreticileri yağı azaltılmış gıdaların üretimine yöneltmiştir (1). Bu süt sektörü için de çekici bir hedef olmuştur (2). Yalnız, yağın ürünlerin duyuşsal özellikleri üzerinde önemli fonksiyonları olması nedeniyle, yağı azaltılmış ya da yağsız gıda üretiminde ürünlerin duyuşsal özelliklerinde olumsuzluklar ortaya çıkmıştır. Bu nedenle bazı firmalar bu olumsuzlukları gidermek amacıyla yağın üründeki fonksiyonunu yerine getirebilecek düşük kalorili bazı katkı maddelerinin üretimine başlayarak, bunları piyasaya sürmüşlerdir. Bu maddeler "yağ ikame maddeleri" olarak adlandırılmaktadır (3).

Süt endüstrisinde, diğer süt ürünlerinde olduğu gibi yoğurt üretiminde de yağsız ya da yağı azaltılmış yoğurtların üretimi önem kazanmıştır. Bilindiği gibi yoğurt üretiminde kurumadde standardizasyonu önemlidir. Çünkü kurumadde yoğurdun fiziksel ve kimyasal özelliklerini önemli derecede etkilemektedir. Yapılan araştırma bulgularına göre, yoğurt üretiminde süt kurumaddesinin %14'ün üzerine çıkarılmasıyla iyi tekstürel ve reolojik özelliklere sahip yoğurt üretiminin mümkün olabileceği belirtilmiştir (4, 5). Kurumadde standardizasyonu hem ürünün konsistansı, hem de aroması açısından önemlidir. Özellikle sütün protein içeriğinin artması, yoğurdun konsistansını iyileştirmekte, dolayısıyla kıvamlı bir ürün elde edilmektedir. Toplam kurumadde içeriğinin artması sütün titrasyon asitliğinin artmasına ve koagülasyon süresinin azalmasına neden olmaktadır (5). Yağlı yoğurtların kurumadde miktarının önemli bir bölümünün süt yağı olması nedeniyle yağsız ya da yağı azaltılmış yoğurt üretiminde bunun dikkate alınması ve yağın yerine konacak yağ ikame maddesi üzerinde önemle durulması gerekmektedir.

Bu çalışmada da, yağ ikame maddesi olarak karbonhidrat esaslı Litesse®Ultra™ kullanımının yağsız yoğurt üretimindeki etkileri incelenmiştir. Bu yapılırken farklı kurumadde içeriklerinin etkileri de birlikte değerlendirilmiştir. Bu amaçla, çalışmada yağ ikame maddesi olarak karbonhidrat esaslı Litesse®Ultra™ kullanılarak farklı kurumadde yoğurtlar üretilmiş ve 15 günlük depolama sürecinde

bu yoğurtların fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerinin nasıl etkilendiği incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

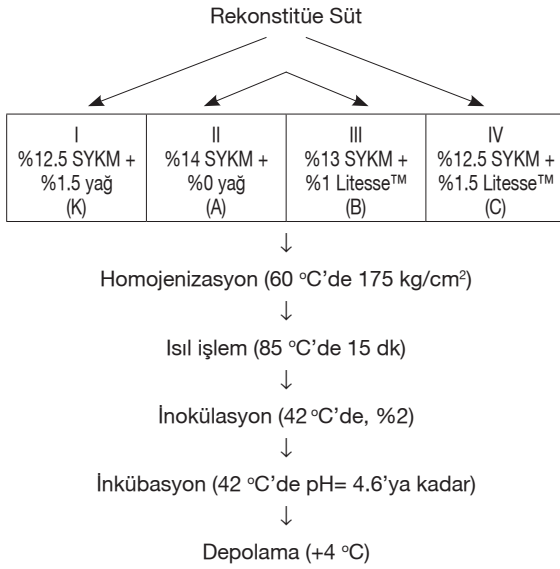
Materyal

Bu çalışmada, hammadde rekonstitüe sütün elde edilmesinde kullanılan düşük sıcaklıkta pastörize edilmiş süttten üretilen yağsız süttözu (%96 TKM'li) Enka Süt ve Gıda Mamulleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den (Konya), yağ standardizasyonu için gerekli tereyağı Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Eğitim-Araştırma ve Uygulama İşletmesi'nden temin edilmiştir. Araştırmada, Rhodia (Fransa) firması tarafından üretilen TM081 kod numaralı, ticari ismi Ezal' olan Direct-Vat-Set *Str. thermophilus* ve *L. bulgaricus* karışımı starter kültür ve Danisco (Danimarka) firmasının ürettiği, karbonhidrat esaslı yağ ikame maddesi Litesse®Ultra™ kullanılmıştır.

Yöntem

Süt yağsız kurumadde (SYKM) içeriği dikkate alınarak kontrol örneği ile birlikte dört (I. %12,5 SYKM, II. %14 SYKM, III. %13 SYKM, IV. %12,5 SYKM) rekonstitüe süt örneği hazırlanmıştır. Bunlardan I. kısma %1.5 (K), II. kısma ise %0 (A) oranlarında süt yağı, III. ve IV. kısma ise %1 (B) ve %1.5 (C) oranlarında Litesse®Ultra™ ilave edilerek dört farklı yoğurt sütü örneği elde edilmiştir. Bu yoğurt sütü örneklerinden Şekil 1'de belirtilen şekilde dört farklı yoğurt üretilmiştir. Elde edilen yoğurt örnekleri 4±1 °C'de depolanarak 1., 7. ve 15. günlerinde analize alınmıştır.

Süttozunda toplam kurumadde (TKM), titrasyon asitliği ve yağ analizleri; rekonstitüe sütte toplam kurumadde, yağ, titrasyon asitliği ve toplam protein analizleri; yoğurtta ise toplam kurumadde, yağ, titrasyon asitliği ve toplam protein analizleri, standart yöntemlerle belirlenmiştir (6-10). Rekonstitüe sütte ve yoğurtta pH değerleri ise birleşik elektrotlu dijital pH metre (Orion 420) ile tespit edilmiştir. Laktik asit değerleri kolorimetrik yöntemle (11), asetaldehit iyodimetrik olarak saptanmıştır (12). Konsistens değerleri Stanhope-Seta 17310-0 model penetrometre yardımıyla, viskozite ise HAAKE VT 181/VTR 24 viskozimetresi kullanılarak tespit edilmiştir. Serum ayrılması Atamer ve Sezgin'e göre (5) tayin edilmiştir.



Şekil 1. Yoğurt örneklerinin üretimi.

Duyusal değerlendirme, önerilen puanlama sistemi modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir (9). Duyusal değerlendirmeyi 5 kişilik panelist grup gerçekleştirmiştir. Denemeler 2 tekrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçların istatistiksel değerlendirmesinde Varyans Analiz Tekniğinden yararlanılmış, farklı grupların belirlenmesi için Duncan Testi kullanılmıştır (13). Ayrıca, duyusal değerlendirme sonuçlarına parametrik olmayan Kruskal-Wallis Testi uygulanmıştır (14).

SONUÇ VE TARTIŞMA

Yoğurt yapımında kullanılan süttozu ve rekonstitüe sütlerin genel niteliklerine ilişkin bulgular Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Süttozu ve rekonstitüe sütlerin genel nitelikleri

Nitelik	Süttozu	Rekonstitüe Süt	
		Yağsız	%1.5 Yağlı
Toplam Kuru Madde, %	96	14.03	14.03
Yağ, %	0	0	1.5
Titrasyon Asitliği, °SH	7.56	7.84	7.76
pH	-	6.53	6.54
Toplam Protein, %	-	4.35	4.10

Çizelge 2'den görüldüğü gibi yoğurt örneklerinin toplam kurumadde oranları amaçlandığı şekilde hemen hemen birbirinin aynıdır. Ancak; kontrol örneği ve C örneğindeki küçük sapmalar (± 0.01) nedeniyle ortaya çıkan farklılık esas alınarak da tekrürler arasındaki farkın neredeyse sıfır olması, toplam kurumaddeler arasındaki farkın istatistik açıdan önemli bulunmasına neden olmuştur ($P < 0.01$). Bu durum pratikte etkili olmayıp kodekse uygunluğu etkilememektedir. Burada Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliğine uygun olarak yoğurt örneklerinin toplam kurumadde içeriklerinin yaklaşık %14 olması yönünde bir standardizasyona gidilmiş ve bu da büyük ölçüde sağlanmıştır.

Çizelge 2. Yoğurt örneklerinin bileşimi (n=2)

Örnekler	Toplam Kurumadde (%)	Toplam Protein (%)	Yağ (%)
K	14.07 \pm 0.00025 ^{a**}	4.38 \pm 0.00065 ^c	1.5
A	14.06 \pm 0.00295 ^{b**}	4.76 \pm 0.00145 ^a	0
B	14.06 \pm 0.00035 ^{b**}	4.57 \pm 0.00135 ^b	0
C	14.05 \pm 0.00060 ^{c**}	4.38 \pm 0.00065 ^c	0

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

Sadece yağ yönünden standardize edilen süttten yapılan kontrol (K) örneği %1.5 yağ içermektedir (Çizelge 2). Yağ ikame maddesi ilave edilen örneklerdeki (B ve C) yağ oranı, ikame maddesinin yağ içermemesi nedeniyle %0 görünmektedir. Örneklerin toplam protein değerleri arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamakla ($P > 0.01$) birlikte SYKM içerikleri (%12.5) aynı olan K ve C örneklerinin protein içerikleri en düşük, en fazla SYKM (%14) içeren A örneğinin ise en yüksek bulunmuştur. Benzer bir çalışma sonucu da (15) karbonhidrat esaslı İnülin ilavesinin yağsız yoğurdun protein içeriğini etkilemediğini göstermiştir. Bunun nedeni denemede kullanılan yağ ikame maddesinin karbonhidrat esaslı olmasıdır. B (%13 SYKM) ve C (%12.5 SYKM) örneklerinin protein içeriklerindeki farklılık, SYKM içeriklerinin birbirinden farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Litesse®Ultra™ karbonhidrat esaslı bir yağ ikame maddesi olmasından dolayı, yoğurt örneklerine Litesse®Ultra™ ilavesinin daha önceki bir çalışmada da (16) görüldüğü gibi protein içeriklerine etkisi olmamıştır.

Yoğurtların 15 günlük depolama süresinde biyokimyasal özelliklerinde meydana gelen değişimler Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi örneklerin titrasyon asitliği değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.01$). Yalnız A ve B örneklerinin titrasyon asitliği, diğerlerine göre çok az yüksek bulunmuştur. Çünkü bu örneklerin toplam süt kurumadde-leri yüksektir. TKM'deki artış, titrasyon asitliğinin artmasına ve koagülasyon süresinin azalmasına neden olmaktadır (5). Tüm örneklerin titrasyon asitliği değerlerinde depolama süresi boyunca görülen artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.01$). Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliğinde titrasyon asitliği değerinin en az %0.6 olması gerektiği belirtilmiştir. Yoğurt örneklerinin titrasyon asitlikleri belirtilen değere uygun bulunmuştur (17).

Örneklerin pH değerlerindeki değişim titrasyon asitliği değerlerindeki değişimle uyumlu olmuştur. Örneklerin pH değerleri depolama boyunca 4.30-4.47 arasında değişmiştir (Çizelgede 3). Yoğurt örneklerinin pH değerleri arasındaki fark ve depolama süresince gösterdikleri azalma istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($P>0.01$). Depolama süresince yoğurtlarda pH değerinin azaldığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (16, 18). Burada Litesse®Ultra™ katkı örneklerle diğerlerinin pH değerleri arasında önemli bir farklılık görülmemekle birlikte, Litesse®Ultra™ ilaveli yoğurtlarda asitlik artışının daha az olduğuna dair araştırma

bulgularına da rastlanmaktadır (16). Örneklerin 15 günlük depolama sürecinde laktik asit değerleri ise %0.75-0.80 arasında değişmiştir. Bu değişimlerin istatistiksel değerlendirilmesi yapıldığında, yağsız yoğurt örnekleri ile yağlı ve Litesse®Ultra™ ilaveli yoğurt örneklerinin laktik asit değerleri arasındaki farklılıkların istatistik olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.01$). Depolama süreci boyunca yoğurt örneklerinin laktik asit içerikleri artmıştır ve bu artış istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($P>0.01$). Depolama sürecinde yoğurtların laktik asit içeriğinin 30 kat arttığı bir çalışmada da belirtilmiştir. Depolama esnasında laktik asit artışının starter kültürlerin metabolik aktivitesi sonucu gerçekleştiği rapor edilmiştir (16).

Yoğurt örneklerinin asetaldehit değerleri incelendiğinde (Çizelge 3), birbirine benzer değişimler gösterdiği görülmektedir. İstatistiksel değerlendirme sonucunda, yoğurt örneklerinin asetaldehit içerikleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır ($P>0.01$). Bu sonuçlar Litesse®Ultra™'nin, yoğurt örneklerinin asetaldehit içerikleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Yapılan bir çalışmada da karbohidrat esaslı yağ ikame maddesinin, fermentasyon sürecinde starter kültür aktivitesine bir etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir (16). Yoğurt örneklerinde en yüksek asetaldehit değerleri 1. günde en düşük asetaldehit değerleri ise 15. günde belirlenmiştir. Örneklerin asetaldehit miktarı depolama süresince azalma göstermekle beraber asetaldehit içeriğine depolama

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

Örnekler	Depolama Süresi (gün)	pH	Titrasyon Asitliği (°SH)	Laktik Asit (%)	Asetaldehit (ppm)
K	1	4.46±0.115 ^A	39.65±1.55 ^C	0.75±0.0263 ^C	10.86±1.97 ^A
	7	4.40±0.150 ^B	43.80±5.50 ^B	0.77±0.0441 ^B	8.86±3.91 ^B
	15	4.31±0.030 ^C	45.55±3.95 ^A	0.79±0.0170 ^A	6.87±1.98 ^C
A	1	4.46±0.125 ^A	40.5±5.40 ^B	0.76±0.0225 ^C	10.81±2.01 ^A
	7	4.43±0.150 ^B	44.30±1.55 ^C	0.78±0.0372 ^B	8.98±4.04 ^B
	15	4.30±0.035 ^C	45.85±3.95 ^A	0.80±0.0121 ^A	6.98±1.96 ^C
B	1	4.47±0.120 ^A	40.25±1.55 ^C	0.76±0.0229 ^C	11.16±1.85 ^A
	7	4.43±0.160 ^B	44.10±5.50 ^B	0.77±0.0415 ^B	9.00±3.97 ^B
	15	4.31±0.035 ^C	45.60±3.90 ^A	0.79±0.0156 ^A	7.07±2.06 ^C
C	1	4.46±0.115 ^A	39.85±1.65 ^C	0.75±0.0271 ^C	10.64±1.97 ^A
	7	4.43±0.155 ^B	43.85±5.55 ^B	0.77±0.0424 ^B	8.72±3.91 ^B
	15	4.32±0.040 ^C	45.50±3.90 ^A	0.79±0.0147 ^A	6.76±1.93 ^C

^{A,B,C}, depolama boyunca olan değişimi göstermektedir. Aynı satırda farklı harflerle ifade edilen örneklerdeki değişimler önemli değildir ($P>0.01$)

nın etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.01$). Asetaldehit içeriğindeki azalmanın nedeni, yoğurt bakterilerinin alkol dehidrogenaz aktivitesine bağlı olarak asetaldehidin etil alkole indirgenmesidir (19).

Yoğurt kalite kriterlerinden en önemlilerinden bir tanesi de pıhtı stabilitesidir. Pıhtının reolojik özellikleri olarak bilinen konsistens, viskozite ve serum ayrılması üzerine etkili birçok faktör bulunmaktadır (20). Bu faktörler arasında özellikle TKM ve protein içeriği, denatüre serum proteinleri içeriği, denatüre serum proteinleri ile k-kazein arasındaki interaksiyon önem taşımaktadır. Bu nedenle örneklerin konsistens, viskozite ve serum ayrılması değerleri incelenerek elde edilen sonuçlar Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde konsistens değerlerinin örnekler arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yoğurt örneklerinin konsistens değerlerinin istatistiksel analizi sonucunda muameleler arasındaki farkın istatistik açıdan önemli olduğu bulunmuştur ($P<0.01$). Yoğurt üretimi esnasında nişasta türü yani karbonhidrat esaslı yağ ikame madde ilavesinin yoğurdun yapı ve tekstürünü olumlu etkilediği belirtilmiştir (21). Ayrıca, Litesse®Ultra™ ilaveli örneklerde (B ve C) Litesse®Ultra™ oranı arttıkça konsistens değerinin azaldığı yani pıhtı stabilitesinin arttığı görülmüştür.

Benzer bir çalışmada da aynı sonuç elde edilmiştir (22). 1. günde en iyi stabiliteyi %1.5 Litesse®Ultra™'li (C) örneği göstermiş bunu sırasıyla %1.5 yağlı (K) örneği, %1 Litesse®Ultra™'li (B) örneği ve yağsız (A) örneği takip etmiştir. 7. ve 15. günlerde de benzer durum devam etmiştir. Polidekstrozun (Litesse®Ultra™) yoğurdun konsistensini olumlu yönde etkilediğinin bildirilmesi de (23) sonuçları doğrular niteliktedir. Konsistens değerleri üzerine depolamanın etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.01$). Yoğurt örneklerinde en yüksek konsistens değerleri 1. günde, en düşük konsistens değeri ise 15. günde saptanmıştır. Bu durum örneklerin pıhtı sıklığının 15. günde en iyi olduğunu göstermektedir. Bir diğer deyişle depolama süreci boyunca yoğurtların pıhtı sıklıkları artmıştır. Sonuç olarak Litesse®Ultra™ 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'te görüldüğü gibi en yüksek viskozite değerleri %1.5 yağlı örnek (K) ile %1.5 (C) ve %1 (B) Litesse®Ultra™ ilave edilen örnekte görülmüştür. Dolayısıyla, %1 ve %1.5 oranında Litesse®Ultra™ ilavesinin yağsız yoğurdun viskozi-

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

Örnekler	Depolama Süresi (gün)	Konsistens	Viskozite	Serum Ayrılması
K	1	330±6.75 ^{Bc**}	1200±0.50 ^{Cb**}	8.65±0.25 ^{Cc**}
	7	327±13.50 ^{Bc**}	1300±1.00 ^{Bb**}	8.85±0.35 ^{Bd**}
	15	326±5.75 ^{Bc**}	1325±0.25 ^{Ac**}	9.20±0.20 ^{Ab**}
A	1	409±5.75 ^{Aa**}	900±0.50 ^{Cc**}	9.45±0.15 ^{Ca**}
	7	399±15.30 ^{Aa**}	975±0.75 ^{Bc**}	9.65±0.35 ^{Ba**}
	15	393±9.50 ^{Aa**}	1050±0.50 ^{Ad**}	9.80±0.20 ^{Aa**}
B	1	337±5.75 ^{Bb**}	1300±0.50 ^{Ba**}	8.80±0.30 ^{Cb**}
	7	333±12.30 ^{Bb**}	1300±1.00 ^{Bb**}	9.00±0.40 ^{Bb**}
	15	328±5.50 ^{Bb**}	1375±0.75 ^{Ab**}	9.35±0.15 ^{Ac**}
C	1	304±6.25 ^{Cd**}	1300±0.50 ^{Ca**}	8.60±0.20 ^{Cc**}
	7	300±10.50 ^{Cd**}	1400±1.00 ^{Ba**}	8.90±0.40 ^{Bc**}
	15	294±4.25 ^{Cd**}	1425±0.25 ^{Aa**}	9.05±0.05 ^{Ad**}

A,B,C depolama ile olan değişimi göstermektedir. Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemli değildir ($P>0.01$)

a,b,c,d örnekler arası farklılığı göstermektedir. Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir ($P<0.01$)**

te değerini artırdığı belirlenmiştir. Bir araştırmada polidekstrozun (Litesse®Ultra™) viskoziteyi artırdığı bildirilmiştir (24). Depolama sürecinde yoğurt örneklerinde en yüksek viskozite 15. günde en düşük viskozite ise 1. günde saptanmıştır. Yani depolama süreci boyunca örneklerin viskozite değerleri artmıştır. Yapılan bir çalışmada (25) araştırmacılar, depolama boyunca yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinin arttığını rapor etmişlerdir. Bununla birlikte yoğurt örneklerinin viskozite değerleri üzerine depolamanın etkisi istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.01$).

Yoğurt kalite kriterlerinden biri de serum ayrılmasıdır. Serum ayrılması konsistens ve viskozite gibi kalite kriterleri ile paralellik gösterir (26). Yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerleri Çizelge 4'de görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonucunda serum ayrılması değerleri bakımından K, B ve C örnekleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmamış ($P>0.01$) fakat A örneği ile bu örnekler arasındaki farklılığın istatistik açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($P<0.01$). Örneklerde depolama sürecinde serum ayrılması değerleri artmış olmakla birlikte, serum ayrılması üzerine depolamanın etkisi önemli bulunmamıştır ($P>0.01$). Örnekler zaman açısından karşılaştırıldığında 1. gün en az serum ayrılması %1.5 Litesse®Ultra™ ilaveli örnekte (C) görülmüştür. Bunu sırasıyla K, B ve A örnekleri izlemiştir. 7. ve 15. günlerde ise K ve C örneklerinin serum ayrılması değerleri birbirine yakın değerler gösterirken, en az C örneğinin, en çok ise A örneğinin serum ayrılması değerine sahip olduğu görülmüştür. Protein esaslı yağ ikame

maddeler kullanılarak yapılan farklı bir çalışma sonucunda ise araştırmacılar yoğurt örneklerinde yağ ikame maddesi ilavesinin serum ayrılması niteliğini iyileştirdiğini rapor etmişlerdir (27). Özetle, SYKM'si artırılırken kullanılan Litesse®Ultra™ ilavesi serum ayrılmasını engelleme yönünden daha iyi sonuç vermiştir; A örneğine göre B ve C örneklerinde serum ayrılması daha az olmuştur. Bu durumun Litesse®Ultra™'nin lifli yapısından ve suyu tutarak kıvam artırıcı fonksiyonel özelliğinden ileri geldiği söylenebilir. Karbonhidrat esaslı tapiyoka nişastası ile yapılan bir çalışma sonucu yağ ikame maddesi ilave edilen yoğurtların reolojik özelliklerinin depolama süresince iyileştiği bildirilmiştir (28).

Yoğurt örneklerinin duyuusal özellikleri Çizelge 5'te verilmiştir. Yapılan parametrik olmayan Kruskal-Wallis testine göre görünüş bakımından örnekler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$). Ayrıca zaman bakımından da fark istatistik açıdan önemli değildir. Görünüş bakımından en yüksek puanları %1 Litesse®Ultra™ ilaveli yoğurt örneği ile %1.5 Litesse®Ultra™ ilaveli yoğurt örneği alırken en düşük puanı yağsız yoğurt örneğinin (A) aldığı görülmüştür (Çizelge 5). Görünüş, tüm örneklerde depolama sürecinde iyileşmiştir. Bir araştırmada, karbonhidrat esaslı yağ ikame maddesi ile üretilen yoğurt örneklerinde depolama sürecinde görünüşün tüm yoğurt örneklerinde iyileştiği rapor edilmiştir (29). Ayrıca depolama sonunda Litesse®Ultra™ ilaveli yoğurt örneklerinin panelistler tarafından daha yüksek puan aldığı saptanmış-

Çizelge 5. Yoğurt örneklerinin duyuusal özellikleri (n=2)

Örnekler	Depolama Süresi	Görünüş (5 puan)	Kıvam (5 puan)	Koku (5 puan)	Tat (5 puan)	Toplam (20 puan)	Genel Ortalama
K	1	4.3	3.4	4.2	3.8	15.7	16.6
	7	4.6	3.8	4.5	3.8	16.7	
	15	4.6	4.2	4.7	4.0	17.5	
A	1	3.8	3.3	4.2	3.5	14.8	15.6
	7	4.1	3.4	4.4	3.6	15.5	
	15	4.1	3.8	4.6	3.9	16.4	
B	1	4.4	4.0	4.2	3.9	16.5	17.4
	7	4.5	4.3	4.7	3.9	17.4	
	15	4.8	4.5	4.8	4.2	18.3	
C	1	4.2	4.2	4.3	4.1	16.8	17.8
	7	4.7	4.6	4.6	4.1	18.0	
	15	4.8	4.6	4.7	4.5	18.6	

tır. Kıvam bakımından örnekler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$). Bununla birlikte en yüksek puanlar %1.5 Litesse®Ultra™ ilaveli yoğurt örneğine (C) verilmiştir. Bunu B ve K örnekleri izlemiştir. En düşük puanları ise yağsız yoğurt örneği (A) almıştır. Karbonhidrat esaslı yağ ikame maddeleri ile yapılan bir çalışmada, yoğurtların görünüşlerinin birbiriyle benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir (22). Bu araştırmada, Litesse®Ultra™ ilaveli yoğurt örneklerinin, yağsız yoğurda göre daha iyi kıvama sahip olduğu gözlenmiştir. Bu aşamada örneklerin kıvam puanları ile konsistens ve viskozite değerleri karşılaştırıldığında, bu üç değer bütün örneklerde birbiriyle uyumlu olduğu görülmektedir. Depolama sürecinde tüm örneklerde kıvam puanlarında bir artış gözlenmiş fakat istatistiksel olarak bu artışın önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$).

Çizelge 5'te görüldüğü gibi örneklerin 5 puan üzerinden değerlendirilen koku puanları arasındaki farklılık, istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0.05$). En yüksek koku puanını %1 Litesse®Ultra™ ilaveli yoğurt örneği (B) alırken, en düşük puan yağsız yoğurt örneğine (A) verilmiştir. Depolama süresince Litesse®Ultra™ ilaveli örnekler daha iyi puanlar almasına rağmen bu fark istatistik açıdan önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Yoğurt örneklerine en yüksek koku puanı depolamanın 15. gününde, en düşük puan ise depolamanın 1. gününde verilmiştir. Sonuçlar, Litesse®Ultra™ ilavesinin örneklerin koku özelliğini önemli derecede etkilemediğini göstermiştir. Yağ, yoğurt için önemli bir aroma maddesidir. Yağsız veya yağ içeriği düşük süt ve süt ürünleri tüketici tarafından 'yavan' olarak nitelendirilmektedir. Yağsız yoğurt örneği panelistler tarafından en düşük tat puanlarını alırken, en yüksek puanı %1.5 Litesse®Ultra™ ilaveli yoğurt örneği almıştır (Çizelge 5). Tat bakımından yapılan istatistik analiz sonucuna göre örnekler arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Örneklerde depolama sürecinde tat puanları iyileşmiştir. Yapılan çalışmalarda da karbonhidrat esaslı yağ ikame maddesi ilavesinin yoğurt örneklerinin tadını olumsuz etkilemediği belirtilmiştir (22). Toplam puanlarda genel ortalamalara bakıldığında da Litesse®Ultra™ ilaveli yoğurtların (B ve C) kontrol örneğinden (K) daha yüksek puanlar aldığı görülmektedir.

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre genel bir değerlendirme yapılacak olursa; karbonhidrat esaslı yağ ikame maddesi Litesse®Ultra™ ilavesinin yağsız yoğurdun konsistens ve viskozitesini artırdığı-

nı, serum ayrılmasını azalttığı söylenebilir. Ayrıca, bu çalışmada Litesse®Ultra™ maddesinin %1.5 oranında kullanımı sonucunda, yağsız set tipi yoğurtta fiziksel ve duyuşal açıdan en iyi sonuçlar alınmıştır. Bu nedenle bu oranın yağsız yoğurt üretiminde kullanılması önerilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı 20030711082 nolu proje ile destekleyen Ankara Üniversitesi BAP Müdürlüğüne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Tamime AY, Barclay MNI, Davies G, Barrantes E. 1994. Production of Low-calorie Yogurt Using Skim Milk Powder and Fat-substitute. 1. A Review. *Milchwissenschaft*, 49 (2): 85-88.
2. Clark D. 1994. Fat Replacers and Fat Substitutes. *Food Tech*, December 1994, pp 86.
3. Huyghebaert A, Dewettinck K, Greyt de W. 1994. Fat Replacers. *Bulletin of the IDF*, 317: 10-15.
4. Rasic JL, Kurman JA. 1978. *Yoghurt*. Technical Dairy Publishing House. Copenhagen. pp. 1-466.
5. Atamer M, Sezgin E. 1986. Yoğurtlarda Kurumadde Artırımının Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi. *GIDA*, 11(6) 327-331.
6. Anon 1974. TS 1329. Süttozu. TSE (Türk Standartları Enstitüsü). Ankara.
7. Anon 1981. TS 1018. Çiğ Süt. TSE (Türk Standartları Enstitüsü). Ankara.
8. Rowland SJ. 1938. The Determination of Nitrogen Distribution of Milk. *J Dairy Res*, 9: 42-46.
9. Anon 1989. TS 1330. Yoğurt. TSE (Türk Standartları Enstitüsü). Ankara
10. Anon 1977. *Laboratory Manual*. The FAO Regional Dairy Development and Training Center for Near East.
11. Steinsholt K, Calbert HE.1960. A Rapid Colorimetric Method for The Determination of Lactic Acid in Milk Products. *Milchwissenschaft*, (15) 7-10.
12. Less GJ, Jago GR. 1969. Methods for the Estimation of Acetaldehyde in Cultured Dairy Product. *Australian J Dairy Tech*, 24: 181-185.
13. Anon 2000. Minitab Statistical Software. Release 13. 1. www.minitab.com.
14. Gibbons JD. 1976. *Non parametric Methods for Quantitative Analysis*. Library of Congress Cataloging in

Publication Data. International Series in Decision Processes. 23. Bibl: pp. 445.

15. Seydim-Güzel ZB, Sarıkış G, Okur ÖD. 2005. Effect of Inulin and Dairy-Lo^o as Fat Replacers on the Quality of Set type Yogurt. *Milchwissenschaft*, 60(1): 51-55.

16. Barrantes E, Tamime AY, Davies G, Barclay MNI. 1994. Production of Low-calorie Yogurt Using Skim Milk Powder and Fat Substitute. 2. Compositional Quality. *Milchwissenschaft*, 49 (3): 135-139.

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

18. Atamer M, Sezgin E. 1987. İnkübasyon Sonu Asitliğinin Yoğurt Kalitesi Üzerine Etkisi. *GIDA*, 12(4): 213-220.

19. Less GJ, Jago GR. 1978. Role of Acetaldehyde in Metabolism: A Review. 1. Enzymes Catalyzing Reactions Involving Acetaldehyde. *J Dairy Sci*, 61: 1205-1215.

20. Puvanenthiran A, Williams RPV, Augustin MA. 2002. Structure and Visco-elastic Properties of Set Yogurt with Altered Casein to Whey Protein Ratios. *Int Dairy J*, 12: 383-391.

21. Kalab M, Emmons DB. 1976. Milk gel structure. V. Microstructure of Yoghurt as Related to the Heating of Milk. *Milchwissenschaft*, 31 (7) 402-408.

22. Barrantes E, Tamime AY, Sword AM. 1994. Production of Low-calorie Yogurt Using Skim Milk Powder and

Fat Substitute. 4. Rheological Properties. *Milchwissenschaft*, 49(5): 263-266.

23. Tamime AY, Barrantes E, Sword AM. 1996. The Effect of Starch Based Fat Substitutes on the Microstructure of Set-style Yogurt Made from Reconstituted Skimmed Milk Powder. *J Soc Dairy Technol*, 49(1) 1-10.

24. Brooks D. 2003. Polydextrose for Adding Fiber. *Dairy Foods*, 104(3) 52.

25. Staffolo MD, Bertola N, Martino M, Bevilacqua A. 2004. Influence of Dietary Fiber Addition on Sensory and Rheological Properties of Yogurt. *Int Dairy J*, 14: 263-268

26. Atamer M, Sezgin E. 1986. Yoğurtlarda Kurumadde Artırımının Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi. *GIDA*, 11(6) 327-331.

27. Tamuçay B, Karademir E, Yetişmeyen A. 2002. Yağsız Yoğurt Üretiminde Yağ Taklidi Madde Kullanımı. *GIDA*, 27(4) 265-269.

28. Sandoval-Castilla O, Lobato-Calleros C, Aguirre-Mandujano E, Vernon-Carter EJ. 2004. Microstructure and Texture of Yogurt as Influenced by Fat Replacers. *Int Dairy J*, 14: 151-159.

29. Barrantes E, Tamime AY, Sword AM. 1994. Production of Low-calorie Yogurt Using Skim Milk Powder and Fat-Substitute. 3. Microbiological and Organoleptic Qualities. *Milchwissenschaft*, 49 (4) 205-208.