

İNÜLİN VE MALTODEKSTRİN İLAVESİNİN KEFİRLERİN KONJÜGE LİNOLEİK ASİT İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

Selin Özge Dinç, Ayşe Özbey*, Özlem Erinç

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Niğde, Türkiye

Geliş / Received: 12.02.2018; Kabul / Accepted: 12.03.2018; Online baskı / Published online: 04.04.2018

Dinç, S.Ö., Özbey, A., Erinç, Ö. (2018). İnülin ve maltodekstrin ilavesinin kefirlerin konjüge linoleik asit içeriği üzerine etkisi. *GIDA* (2018) 43 (3): 413-421 doi: 10.15237/gida.GD18025

Dinç, S.Ö., Özbey, A., Erinç, Ö. (2018). Effect of inulin and maltodextrin addition on conjugated linoleic acid content of kefir. *GIDA* (2018) 43 (3): 413-421 doi: 10.15237/gida.GD18025

ÖZ

Kefir tarihi yüzyıllar öncesine dayanan Kafkas dağları, Tibet ve Moğolistan kökenli fermente bir süt ürünüdür. Bazı bakteriler gelişim ve metabolizmalarının sonucu olarak süt ürünlerinde fermentasyon boyunca farklı yağ asidi profilleri ve fonksiyonel yağ asitleri oluşturabilirler. Çalışmada kefir üretimleri inek sütüne %1, %2 ve %3 oranlarında maltodekstrin ve inülin eklendikten sonra gerçekleştirilmiştir. Kontrol olarak maltodekstrin ve inülin eklenmemiş süttten kefir üretilmiştir. Kefir üretiminden önce çiğ sütte genel kimyasal bileşim (kurumadde, yağ, protein ve kül analizi) ve konjüge linoleik asit (KLA) analizi gerçekleştirilmiştir. Kefirlerde depolamanın 0, 2, 7, 14 ve 21. günlerinde KLA analizleri yapılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları fermentasyon işlemi ile KLA miktarının arttığını fakat maltodekstrin ve inülin ilavesinin depolama boyunca KLA miktarı üzerine bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Kefir, konjüge linoleik asit, inülin, maltodekstrin, depolama.

EFFECT OF INULIN AND MALTODEXTRIN ADDITION ON CONJUGATED LINOLEIC ACID CONTENT OF KEFIRS

ABSTRACT

Kefir is a fermented dairy product which has origin in Caucasus Mountains, Tibet and Mongolia for many centuries. Some of the bacteria may produce different fatty acid profiles and functional fatty acids during the fermentation in dairy products by virtue of their metabolism. In this study productions of kefir were performed after 1, 2, 3% addition of maltodextrin and inulin into milk. Control kefir was produced by using milk without maltodextrin and inulin. General chemical compound (dry matter, fat, protein and ash analysis) and conjugated linoleic acid (CLA) analysis was performed in raw milk. CLA analyses of kefir were performed on 0, 2, 7, 14 and 21 days of the storage. This study showed that CLA content increased by fermentation but maltodextrin and inulin addition didn't affect CLA amount during the storage.

Keywords: Kefir, conjugated linoleic acid, inulin, maltodextrin, storage.

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ ayse.ozbey@gmail.com,

☎ (+90) 388 225 4305,

☎ (+90) 388 225 0110

GİRİŞ

Fermente süt ürünleri özellikle probiyotik etkilerinden kaynaklanan fonksiyonel özelliklerinden dolayı ilgi çekmektedir. Dünya piyasalarında bulunan yüzlerce çeşit süt ürünü düşünüldüğünde çoğunun üretiminde laktik asit fermantasyonunun etkisi göze çarpmaktadır. Fermente fonksiyonel ürünler bu fonksiyonel etkilerini hem canlı mikroorganizmaların alımı ile hem de mikrobiyal metabolitlerin alımıyla gösterirler (Vinderola, 2008). Kefir, fermantasyonda spesifik olarak *Lactobacillus kefirii*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* ve *Acetobacter* cinslerinin değişik suşları ile laktozu fermente eden (*Kluyveromyces marxianus*) ve etmeyen mayaları (*Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Saccharomyces exiguus*) içeren starter kültürler ya da kefir danelerinin kullanıldığı fermente süt ürünüdür (Anonim, 2009). Kefir daneleri laktozu fermente eden ve etmeyen mayalar ile homofermantatif ve heterofermantatif laktik asit bakterileri ve asetik asit bakterilerinin farklı türlerini içeren kompleks bir mikrofloraya sahiptir (Marshall vd., 1984; Piodux vd., 1990).

Bazı bakteriler, gelişim ve metabolizmalarının sonucu olarak süt ürünlerinde fermantasyon boyunca farklı yağ asidi profilleri ve fonksiyonel yağ asitleri oluşturabilirler (Santo vd., 2012). Fermantasyon koşulları gibi stres durumlarında laktik asit bakterilerinin desaturaz aktivitelerinin artış gösterdiği bilinmektedir. Desaturaz aktivitesi doymuş yağ asitlerini doymamış yağ asitlerine dönüştürebilir (Vieria vd., 2015). Probiyotik laktik asit bakterileri süt yağının lipolizi sonucu serbest yağ asitleri üretirler (Santo vd., 2010). Süt ürünlerinde fonksiyonel yağ asitlerinin en önemlisi konjuge linoleik asittir (KLA) (Santo vd., 2012).

KLA, omega 6 yağ asidi olan 9*cis*-12*cis* oktadekadienoik asitin (LA) konjüge formundaki pozisyonel ve geometrik izomerleri için kullanılan genel bir terimdir. Konjüge çift bağlar, karbon zincirinde 7,9; 8,10; 9,11; 10,12; 11,13 ya da 12,14 pozisyonlarında ve farklı *cis-trans* konfigürasyonlarında (*cis-cis*; *trans-trans*; *cis-trans* ya da *trans-cis*) bulunurlar (Pariza vd., 2001; Bhattacharya vd., 2006). KLA'nın insan metabolizması üzerinde olası faydaları;

antikarsinogenik etkiler, bağışıklık sistemini geliştirici, kolesterol düşürücü, arterioskleroz riskini düşürücü, gelişmeyi ve büyümeyi teşvik edici, vücutta yağ birikimini azaltıcı, diyabete karşı koruyucu, kas gelişimini artırıcı, serbest radikal yok edici, antibakteriyel etki ve antioksidatif etkidir (Ercoskun vd., 2005).

Rumen bakterisi olan anaerob *Butyrivibrio fibrosolvens* KLA ürettiği kanıtlanan ilk bakteridir (Kepler vd., 1966). Daha sonraki araştırmalarda KLA'nın yalnızca rumen bakterileri tarafından üretilmediği anlaşılmış ve birçok bakteri izole edilerek KLA üretiminde kullanılmıştır. *Lactobacillus plantarum*, *L. acidophilus*, *L. rhamnosus*, *L. casei* gibi kefir mikroflorasında bulunan birçok bakterinin KLA üretme yeteneğine sahip olduğu bildirilmiştir (Xu vd., 2004).

Günümüzde inülin ve fruktooligosakkaritler gibi prebiyotik bileşenlerin süte ilavesi ile sinbiyotik fermente süt ürünleri elde edilmektedir. Bu prebiyotik bileşenler insan sağlığı için faydalı olduğu düşünülen bifidobakterilerin gelişimini teşvik etmektedir (Tratnik vd., 2006). Yoğurt ve fermente süte lif eklenmesinin KLA içeriğine etkisini inceleyen çalışmalar vardır ancak kefirde maltodekstrin ve inülin eklenmesinin KLA üzerine etkisini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Santo vd. (2012) dört farklı probiyotik suşla üretilen yağsız yoğurtlarda elma, muz ve çarkıfelek meyvesi liflerinin yağ asidi profili üzerine etkilerini çalışmışlardır. Çalışmada lif eklenmenin yağ asidi profilini geliştirdiği ancak KLA üzerine etkilerinin ise lif kompozisyonu ve probiyotiklerle sinerjist etkisine bağlı olduğu bulunmuştur. Başka bir çalışmada *L. acidophilus*, *L. bulgaricus*, *L. rhamnosus* ve *Bifidobacterium lactis* ile *Streptococcus thermophilus* ve maltodextrin, oligofruktoz ve polidekstroz eklenmesiyle üretilen fermente sütlerde en yüksek KLA içeriği *S. thermophilus*-*L. acidophilus* kültürü ve maltodekstrin eklenmiş örnekte saptanmıştır (Oliveira vd., 2009).

Bu çalışmanın amacı kefir danesi kullanılarak üretilen kefirlerin KLA miktarlarının, maltodekstrin ve inülin ilavesi ile değişimini belirlemektir.

MATERYAL VE YÖNTEM**Materyal**

Araştırmada kullanılan inek sütü Niğde civarındaki bir mandıradan, kefir üretiminde kullanılan kefir danesi ise Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan maltodekstrin ve inülin Sigma-Aldrich firmasından satın alınmıştır.

Yöntem***Kefir danesi aktivasyonu***

Uygun saklama koşullarında bekletilen daneler aseptik teknik yardımıyla Niğde'deki marketlerden temin edilen yarım yağlı UHT sütlere aktarılmış ve 24-25°C'de inkübasyona bırakılmıştır. pH değeri 4.6 değerine ulaşan örnekler süzülerek daneler ayrılmıştır. Aynı işlemler birkaç kez tekrarlanarak daneler aktif edilmiştir.

Kefir üretimi

Çiğ inek sütüne %1, %2 ve %3 oranlarında maltodekstrin ve inülin eklendikten sonra kefir üretimleri gerçekleştirilmiştir. Çiğ süt (3 L) su banyosunda 90°C'de 10 dk pastörize edildikten sonra hızla 25°C'ye soğutulmuştur. Sütler su banyosunda 25°C'de kefir danesi (%2) ile inoküle edilmiş ve bu sıcaklıkta pH değeri 4.6'ya ulaşana kadar inkübasyona bırakılmıştır. Ürün elde edildikten sonra daneler süzülerek ortamdan uzaklaştırılmıştır. Bu süre sonunda ilk gün analizleri için kefir örnekleri alınmıştır. Kefirler homojen şekilde karıştırıldıktan sonra steril, ağzı vida kapaklı, plastik örnek kaplarına yaklaşık 100 mL konularak 4°C'de depolanmıştır. Kontrol olarak maltodekstrin ve inülin eklenmemiş süttten kefir üretilmiştir.

Yağ asidi metil esterlerinin hazırlanması

Süt ve kefir örneklerinin yağ asitleri metil esterlerinin oluşturulmasında Güzel-Seydim vd. (2006) tarafından belirtilen yöntem modifiye edildikten sonra kullanılmıştır. Bu amaçla yaklaşık 0.5 gram süt ve kefir örnekleri ağzı kapaklı cam tüplere alındıktan sonra üzerine 1 mL 2-propanol ve 1 mL izo-oktan ilave edilmiş ve 60 sn vorteks ile karıştırılmıştır. Üst fazdan 100 µL alınarak vakumlu etüvde (VacuCell – MMM Medcenter Einrichtung, Almanya) kurutulduktan sonra 2

mL NaOCH₃/MeOH (0.5 M metanolde) çözeltisi eklenip 60 sn vorteks ile karıştırılmıştır. Örnekler 50°C'de 10 dk su banyosunda tutulduktan sonra 10 dk oda sıcaklığında soğutulmuştur. Tüplere 1.5 mL %1'lik H₂SO₄ (metanolde) çözeltisi eklendikten sonra tekrar 60 sn vorteks ile karıştırılmıştır. Daha sonra örnekler 80°C'de 10 dk tutulduktan sonra 10 dk oda sıcaklığında soğutulmuştur. Örnekler 1 mL izo-oktan ile ekstrakte edilmiş ve %6'lık 3.5 mL K₂CO₃ eklenmiştir. Tüpler vorteks ile karıştırılıp -18°C'de depolanmıştır.

KLA analizi

Çiğ sütün ve kefirlerin KLA analizi, Sehat vd. (1999) tarafından önerilen metot kullanılarak belirlenmiş olup bu amaçla hazırlanan yağ asidi metil esterlerini içeren örnekten HPLC cihazına (Shimadzu, Japonya) 20 µL enjekte edilmiştir. Örneğin bileşenlerine ayrıştırılmasında seri bağlı 2 adet "Chromspher 5 lipit" analitik kolonu (4.6 mm ID, 250 mm, 5 µm partikül boyutu, Varian, Kaliforniya, Amerika) ve belirlenmesinde ise 233 nm'ye ayarlanmış UV dedektörü kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Hareketli faz olarak %0.1 asetonitril içeren hekzan kullanılmış olup akış hızı 1 mL/dakika olarak ayarlanmıştır. İzomerlerin tam olarak tespiti için aynı şartlarda standartların enjeksiyonu yapılmıştır. Miktar belirlemek için 0.1-2 mg/mL 9*trans*-11*trans* KLA standart kurve çiziminde kullanılmıştır.

pH Analizi

pH değeri, 0.1 pH birimi doğrulukta dijital pH-metre ile tayin edilmiştir.

Kurumadde Analizi

Örneklerin kurumadde miktarı gravimetrik olarak belirlenmiştir (TS 1018, 2002).

Yağ Analizi

Örneklerin yağ tayini Gerber yöntemine göre (Anonim, 2008) gerçekleştirilmiştir.

Protein Analizi

Azot içeriklerinin belirlenmesinde mikro kjeldahl yöntemi kullanılmıştır. Azot oranlarının 6.38 faktörü ile çarpılması ile örneklerin protein içerikleri hesaplanmıştır (Anonim 2001).

İstatistiksel Analiz

İki tekerrür, iki paralel (n=4) olarak elde edilen analiz sonuçlarının ortalamaları alınarak standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesi SPSS Statistics V17.0 programında ANOVA analizi kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılık ise Duncan testi kullanılarak belirlenmiştir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Kefir üretiminde kullanılan inek sütünün sütün kurumadde içeriği %11.99±0.156, protein içeriği %3.12±0.044, yağ içeriği %3.66 ±0.055 ve kül içeriği ise %0.70±0.007 olarak belirlenmiştir.

Literatürde inek sütünün bileşiminin başta ırk olmak üzere çeşitli faktörlerin etkisi altında

değişiklik gösterdiği ve inek sütünün kuru madde oranı %10.5-14.5, yağ oranı %2.5-6.0, laktoz oranı %3.6-5.5, protein oranı %2.9-5.0 ve mineral madde oranı %0.6-0.9 arasında değiştiği bildirilmiştir (Metin, 2012). Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar literatür sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Çiğ süt üzerine yapılan analizlerde çiğ sütün KLA içeriği 0.725±0.0194 mg/g çiğ süt olarak bulunmuştur.

Yapılan çalışmada farklı oranlarda (%1-2-3) maltodekstrin ve inülin ilavesi ile üretilen kefir örneklerinin KLA içeriklerinin depolama süresi (21 gün) boyunca değişimi gözlenmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Farklı yüzdelerde maltodekstrin içeren kefir örneklerinin KLA içeriği (mg/g kefir)¹
Table 1. CLA content of kefir samples containing different amounts of maltodextrin (mg/g kefir)¹

Depolama günleri Storage Days	9cis-11trans KLA (mg/g örnek) 9cis-11trans CLA (mg/g sample)			
	Kontrol Control	%1	%2	%3
0	0.761±0.0367 ^{A,a}	0.701±0.0336 ^{B,a}	0.753±0.0561 ^{B,a}	0.644±0.0734 ^{C,a}
2	0.766±0.0138 ^{A,a}	0.689±0.0183 ^{B,a}	0.725±0.0399 ^{B,a}	0.693±0.0240 ^{B,a}
7	0.758±0.0084 ^{A,a}	0.705±0.0310 ^{B,a}	0.744±0.0368 ^{B,a}	0.685±0.0316 ^{C,a}
14	0.748±0.0200 ^{A,a}	0.700±0.0543 ^{A,a}	0.672±0.0624 ^{A,a}	0.699±0.0317 ^{A,a}
21	0.728±0.0205 ^{A,a}	0.683±0.0211 ^{A,a}	0.653±0.0774 ^{A,a}	0.665±0.0203 ^{A,a}

¹Ortalama ± standart sapma

^AAynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel açıdan farklıdır ($P \leq 0.05$)

^aAynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel açıdan farklıdır ($P \leq 0.05$)

¹Average ± standard deviation

^ADifferent letters on the same row mean statistically significant difference ($P \leq 0.05$)

^aDifferent letters on the same column mean statistically significant difference ($P \leq 0.05$)

Çizelge 2. Farklı yüzdelerde inülin içeren kefir örneklerinin KLA içeriği (mg/g kefir)¹Table 1. CLA content of kefir samples containing different amounts of inulin (mg/g kefir)¹

Depolama günleri <i>Storage Days</i>	9cis-11trans KLA (mg/g örnek) 9cis-11trans CLA (mg/g sample)			
	Kontrol <i>Control</i>	%1	%2	%3
0	0.761±0.0367 ^{A,a}	0.755±0.0224 ^{A,a}	0.733±0.0400 ^{A,a}	0.736±0.0231 ^{A,a}
2	0.766±0.0138 ^{A,a}	0.763±0.0353 ^{A,a}	0.740±0.0331 ^{A,a}	0.716±0.0244 ^{B,a}
7	0.758±0.0084 ^{A,a}	0.762±0.0247 ^{A,a}	0.749±0.0041 ^{A,a}	0.703±0.0248 ^{B,a}
14	0.748±0.0200 ^{A,a}	0.740±0.0136 ^{A,a}	0.734±0.0231 ^{A,a}	0.697±0.0142 ^{B,a}
21	0.728±0.0205 ^{A,a}	0.734±0.0382 ^{A,a}	0.733±0.0259 ^{A,a}	0.699±0.0080 ^{A,a}

¹Ortalama ± standart sapma^AAynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel açıdan farklıdır ($P \leq 0.05$)^aAynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel açıdan farklıdır ($P \leq 0.05$)¹Average ± standard deviation^ADifferent letters on the same row mean statistically significant difference ($P \leq 0.05$)^aDifferent letters on the same column mean statistically significant difference ($P \leq 0.05$)

Elde edilen bulgulara göre ilave edilen maltodekstrin ve inülin, depolama süresi ve maltodekstrin ve inülin oranına ait sonuçlar istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) iken diğer etkileşimlerin KLA içeriği üzerinde anlamlı bir değişime neden olmadığı bulunmuştur ($P \geq 0.05$).

Kontrol grubu olarak maltodekstrin ve inülin ilavesiz üretilen kefirler incelendiğinde depolama sürecinde KLA içeriği değişimi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P \geq 0.05$) ve en yüksek KLA içeriği depolamanın 2. gününde 0.766 ± 0.0138 mg/g kefir iken en düşük değer ise depolamanın 21. gününde 0.728 ± 0.0205 mg/g kefir olarak gözlemlenmiştir.

Geleneksel bir Hint yoğurdu olan Dahi'nin KLA içeriği üzerine yapılan bir çalışmada bufalo ve inek sütlerinin başlangıç KLA içerikleri sırasıyla %0.5 ve %0.6 olarak belirlenmiş ve fermantasyon sürecinin ardından Dahi örneklerinin KLA içerikleri sırası ile %0.9 ve %1.0 olarak bildirilmiştir (Aneja ve Murthi, 1990). Probiyotik

Dahi (*L. acidophilus* ve *L. casei*)'nin fermantasyon süresi boyunca KLA içeriğinin değişimi üzerine yapılan bir başka çalışmada KLA içeriğinin fermantasyon ile arttığı bildirilmiştir (Yadav vd., 2007).

Trigueros ve Sendra (2015), tam yağlı, az yağlı ve çok yağlı süt örneklerini kullanarak yaptıkları çalışmada yoğurt kültürü ile hazırlanmış yoğurt örnekleri ve prebiyotik kültürlerle hazırlanmış fermente süt ürünlerinin KLA içeriklerini direkt metilasyon yöntemi ile belirlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre fermantasyon ile KLA miktarının değişebileceğini bildirmişlerdir; fakat fermantasyon boyunca KLA içeriğini etkileyen faktörleri tanımlayan çok az çalışma mevcuttur. Fermantasyon boyunca KLA içeriğinin değişimini etkileyen önemli faktörleri incelemek üzere yapılan bir çalışmada bakteri türü, hücre sayısı, optimum substrat konsantrasyonu, nötral pH değeri, inkübasyon süresi gibi sayısız faktörün KLA içeriği üzerine etkisi saptanmıştır (Kim ve Liu, 2002).

Shantha vd. (1995), farklı peynir, yoğurt, krema ve dondurmada yaptıkları bir çalışmada depolama sürecinde KLA miktarında istatistiksel olarak önemli bir değişim belirleyememişlerdir. Benzer şekilde Boylston ve Beitz (2002), inek sütünden yoğurt üretimi ve 7 günlük depolama süresince KLA ve diğer yağ asitlerinin miktarında değişim gözlemlenmemişlerdir.

Konu ile ilgili yapılan bir başka çalışmada ise Dahi'nin zenginleştirilmesiyle elde edilen probiyotik Dahi örneklerinde KLA içeriği fermentasyon boyunca artmış ve depolamanın 10. gününe kadar sabit kalmıştır. Bununla birlikte bütün çalışma boyunca kontrol Dahi örneklerinde KLA miktarında önemli bir yükselme gözlenmemiştir. Bu durum test edilen *Lactobacillerin* doğal süt yağının lipolizi ile fermentasyon sırasında sütte KLA üretme yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir (Yadav vd., 2007).

Çizelge 2'de verilen değerler incelendiğinde kontrol grubu olarak hazırlanan maltodekstrin ve inülin ilavesiz numunelerde istatistiksel olarak önemli olmayan bir KLA değişimi gözlenmiştir. En yüksek KLA değeri depolamanın 2. gününde belirlenmiş ve ardından tüm depolama süreci boyunca bir düşüş gözlenmiştir. Maltodekstrin ilaveli örnekler incelendiğinde %1 ve %2 oranında maltodekstrin ilaveli örneklerde depolamanın ilk üç gününde (0, 2 ve 7. gün) KLA içeriği istatistiksel olarak önemli olmayan bir dalgalanma göstermiştir ve depolamanın son iki gününde (14 ve 21. gün) ise yine istatistiksel olarak önemli olmayan bir azalma gözlenmiştir. Maltodekstrin ilaveli örnekler incelendiğinde ise tüm örnekler arasındaki en düşük KLA içeriğinin %3 maltodekstrin ilaveli örneğin 0. gününde 0.644 ± 0.0734 mg/g kefir olarak bulunduğu gözlenmiştir ve yine %3 maltodekstrin ilaveli örneklerde depolamanın 2. gününde artan KLA içeriği 7. günde düşmüş, 14. gününde %3 maltodekstrin ilaveli örnekler arasındaki en yüksek değere ulaşarak son depolama gününde (21. gün) tekrar düşüşe geçmiştir.

Çizelge 2'de verilen değerler depolama günleri baz alınarak değerlendirildiğinde 0. günde en yüksek

değer kontrol grubunda bulunmuştur. %1 ve %2 maltodekstrin ilaveli örneklerde istatistiksel olarak önemsiz bulunan bir dalgalanma ve %3 maltodekstrin ilaveli örneklerde bir düşüş gözlenmiştir. 2. günde en yüksek KLA değeri kontrol grubunda bulunmuş ve sonraki günler için elde edilen değerlerdeki dalgalanmalar istatistiksel olarak önemsiz olduğu gözlenmiştir. Yedinci gün ve 14. gün değerleri incelendiğinde sonuçlarda gözlenen dalgalanmalar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. 21. gün değerlerinde kontrol grubundan itibaren gözlenen düşüş ile %3 ilaveli numunelerde görülen artışın istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P > 0.05$).

Maltodekstrin ve inülin ilaveli örnekler genel olarak değerlendirildiğinde en yüksek KLA değeri %2 maltodekstrin ilaveli örneklerin 0. gününde 0.753 ± 0.0561 mg/g kefir olarak bulunmuştur. En düşük KLA değeri ise yine %2 oranında maltodekstrin ilavesinin 21. gününde 0.653 ± 0.0774 mg/g kefir olarak gözlenmiştir.

Oliveira vd. (2009) fermente sütlerde maltodekstrin ilavesinin (%4 oranında) 24 saat depolama sonunda yağ asidi profili ve KLA içeriği üzerine etkisini incelemişlerdir. *S. thermophilus*-*L. acidophilus* ikili kültürü ile ve maltodekstrinle zenginleştirilen fermente sütlerde KLA miktarı en yüksek seviyeye çıktığı bildirilmiştir (kontrol grubundan %38 daha fazla).

Çizelge 1'de verilen değerler incelendiğinde kontrol grubu, %1 ve %2 inülin ilaveli örneklerin KLA içeriklerinde depolama süresince istatistiksel olarak önemsiz artış ve azalışlar gözlenmiştir ($P > 0.05$). %3 inülin ilaveli örneklerin sonuçları incelendiğinde 0. günden itibaren KLA değerlerinde bir düşüş gözlenirken 21. günde istatistiksel olarak önemsiz bulunan bir artış gözlenmiştir ($P > 0.05$).

Depolamanın 0. ve 21. günlerinde elde edilen verilerdeki değişimler istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0.05$) bulunurken 2, 7 ve 14. günlerin verileri değerlendirildiğinde %3 inülin ilaveli örneklerin KLA içeriklerinde istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) bulunan bir düşüş gözlenmiştir.

Genel olarak sonuçlar değerlendirildiğinde ise inülin ilaveli örnekler arasında en büyük değer 0.763 ± 0.0353 mg/g kefir olarak %1 inülin ilavesinin 2. depolama gününde gözlenmiştir. En düşük KLA içeriği ise %3 inülin ilaveli örneğin 14. depolama gününde 0.697 ± 0.0142 mg/g kefir olarak bulunmuştur.

Krem peynirlerin probiyotik (*Bifidobacterium animalis* ve *L. acidophilus*) ve prebiyotik (inülin) ile zenginleştirilmesi ile hazırlanan örneklerin 15 günlük depolamada KLA miktarlarında önemli değişim gözlenmemiştir (de Lima Alves vd., 2011). Bir başka çalışmada ise peynirlerin prebiyotik (fruktooligosakkarit ve/veya inülin) ilavesi ile zenginleştirilmesi ve depolama boyunca KLA değişimi incelenmiş ve 60 günlük olgunlaşma aşamasında KLA miktarında artış gözlenmiştir (Rodrigues vd., 2011; 2012).

Sonuçlar Bisig vd. (2007)' nin, peynir üzerinde yaptıkları çalışmadaki üretim ve olgunlaşma aşamasında KLA içeriğinin değişmediği sonuçlarıyla çelişmiştir. Koyun sütünden *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* ile elde edilen yoğurda farklı oranlarda inülin (%0, 2, 4, ve 6) ilavesinin yoğurdun fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada yağ asidi miktarının metabolik aktiviteye bağlı olarak değişim gösterdiği ve %2'lik inülin ilavesi ile depolama boyunca 1. günden 28. güne kadar KLA seviyesinin 0.38 mg/mL'den 0.68 mg/mL'ye kadar çıktığı gözlenmiştir. Fakat çalışma genelinde farklı oranlarda inülin uygulamasının KLA içeriği üzerine istatistiksel olarak önemli bir katkısının olmadığı gözlenmiştir (Balthazar vd., 2016). Benzer şekilde Hennessy vd. (2009), yağsız süte %2'lik inülin uygulamasının önemli olmayan bir *9cis-12cis* KLA artışına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Inülin ilavesi ile ilgili yapılan kaynak araştırmasında inülin ilavesi ile hazırlanan fermente ürünlerde depolama sürecinde KLA değişimi üzerine ya çok az etkisinin olduğu ya da hiç etkisinin olmadığı saptanmıştır (Hennessy vd., 2009; de Lima Alves vd., 2011; Balthazar vd., 2016). Elde edilen veriler ile kaynak araştırma sonuçları uyumludur.

SONUÇ

Bu çalışmanın sonuçları fermantasyon ile KLA miktarının arttığını fakat maltodekstrin ve inülin ilavesinin depolama boyunca KLA miktarı üzerine bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Bu durumun KLA dönüşümünü sağlayan doğal mikroflorada var olan bakterilerin canlılığı ile ilgili olabileceği öngörülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, FEB2015/39 numaralı "Kefirlerin Konjüge Linoleik Asit (KLA) İçerikleri" isimli BAP projesinden üretilmiş olup, projeye destek sağlayan Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Aneja, R.P. Murthi, T.N. (1990) Conjugated linoleic acid contents of Indian curds and ghee. *Indian Journal of Dairy Science*, 43(2): 231-238.
- Anonim (2001) ISO 8968-5:2001, IDF 20-5: 2001, Milk - Determination of nitrogen content, Part 5: Determination of protein-nitrogen content.
- Anonim (2008) ISO 2446:2008, IDF 226: 2008, Milk - Determination of fat content.
- Anonim (2009). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği. Tebliğ No: 2009/25.
- Balthazar, C.F., Junior, C.C., Moraes, J., Costa, M.P., Raices, R.S.L., Franco, R.M. and Silva, A.C.O. (2016). Physicochemical evaluation of sheep milk yogurts containing different levels of inulin. *Journal of Dairy Science*, 99(6): 4160-4168.
- Bhattacharya, A., Banu, J., Rahman, M., Causey, J., Fernandes, G. (2006). Biological effects of conjugated linoleic acids in health and disease. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 17(12): 789-810.
- Bisig, W., Eberhard, P., Collomb, M., Rehberger, B. (2007). Influence of processing on the fatty acid composition and the content of conjugated linoleic acid in organic and conventional dairy products-a review. *Le Lait*, 87(1): 1-19.
- Boylston, T.D., Beitz, D.C. (2002). Conjugated linoleic acid and fatty acid composition of yogurt produced from milk of cows fed soy oil and

- conjugated linoleic acid. *Journal of Food Science*, 67(5): 1973-1978.
- de Lima Alves, L., dos Santos Richards, N.S.P., Mariutti, L.R.B., Nogueira, G.C., Bragagnolo, N. (2011). Inulin and probiotic concentration effects on fatty and linoleic conjugated acids in cream cheeses. *European Food Research and Technology*, 233(4): 667-675.
- Ercoskun, H., Uğuz, Ş., Kıralan, M. (2005). Konjuge linoleik asit. *Gıda Mübendisleri Odası Gıda Mübendisliği Dergisi*, 9(19): 42-46.
- Güzel-Seydim, Z.B., Seydim, A.C., Greene, A K., Taş, T. (2006). Determination of antimutagenic properties of acetone extracted fermented milks and changes in their total fatty acid profiles including conjugated linoleic acids. *International Journal of Dairy Technology*, 59(3): 209-215.
- Hennessy, A.A., Ross, R.P., Devery, R., Stanton, C. (2009). Optimization of a reconstituted skim milk based medium for enhanced CLA production by bifidobacteria. *Journal of Applied Microbiology*, 106(4): 1315-1327.
- Kepler, C.R., Hirons, K.P., McNeill, J.J., Tove, S.B. (1966). Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*. *Journal of Biological Chemistry*, 241(6): 1350-1354.
- Kim, Y.J., Liu, R.H. (2002). Increase of conjugated linoleic acid content in milk by fermentation with lactic acid bacteria. *Journal of Food Science*, 67(5): 1731-1737.
- Marshall, V.M., Cole, W.M., Brooker, B.E. (1984). Observations on the structure of kefir grains and the distribution of the microflora. *Journal of Applied Microbiology*, 57(3): 491-497.
- Metin, M. (2012). *Süt Teknolojisi*. Ege Üniversitesi Rektörlük Yayınları. İzmir.
- Oliveira, R.P., Florence, A.C., Silva, R.C., Perego, P., Converti, A., Gioielli, L.A., Oliveira, M.N. (2009). Effect of different prebiotics on the fermentation kinetics, probiotic survival and fatty acids profiles in nonfat symbiotic fermented milk. *International Journal of Food Microbiology*, 128 (3): 467-472.
- Pariza, M.W., Park, Y., Cook, M.E. (2001). The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Progress in Lipid Research*, 40(4): 283-298.
- Pidoux, M., Marshall, V.M., Zanoni, P., Brooker, B. (1990). Lactobacilli isolated from sugary kefir grains capable of polysaccharide production and minicell formation. *Journal of Applied Microbiology*, 69(3): 311-320.
- Rodrigues, D., Rocha-Santos, T.A., Pereira, C.I., Gomes, A.M., Malcata, F.X., Freitas, A.C. (2011). The potential effect of FOS and inulin upon probiotic bacterium performance in curdled milk matrices. *LWT-Food Science and Technology*, 44(1): 100-108.
- Rodrigues, D., Rocha-Santos, T.A., Gomes, A.M., Goodfellow, B.J., Freitas, A.C. (2012). Lipolysis in probiotic and synbiotic cheese: The influence of probiotic bacteria, prebiotic compounds and ripening time on free fatty acid profiles. *Food Chemistry*, 131(4): 1414-1421.
- do Espirito Santo, A.P., Silva, R.C., Soares, F.A., Anjos, D., Gioielli, L.A., Oliveira, M.N. (2010). Açai pulp addition improves fatty acid profile and probiotic viability in yoghurt. *International Dairy Journal*, 20(6): 415-422.
- do Espírito Santo, A.P., Cartolano, N.S., Silva, T.F., Soares, F.A., Gioielli, L.A., Perego, P., Converti, A., Oliveira, M.N. (2012). Fibers from fruit by-products enhance probiotic viability and fatty acid profile and increase CLA content in yoghurts. *International Journal of Food Microbiology*, 154(3): 135-144.
- Sehat, N., Rickert, R., Mossoba, M.M., Kramer, J.K., Yurawecz, M.P., Roach, J.A., Adlof, R.O., Morehouse, K.M., Fritsche, J., Eulitz, K.D., Steinhart, H., Ku, Y. (1999). Improved separation of conjugated fatty acid methyl esters by silver ion-high-performance liquid chromatography. *Lipids*, 34(4): 407-413.
- Shantha, N.C., Ram, L.N., O'leary, J.O.E., Hicks, C.L., Decker, E.A. (1995). Conjugated linoleic acid concentrations in dairy products as affected by processing and storage. *Journal of Food Science*, 60(4): 695-697.

- Tratnik, L., Božanić, R., Herceg, Z., Drgalić, I.D.A. (2006). The quality of plain and supplemented kefir from goat's and cow's milk. *International Journal of Dairy Technology*, 59(1): 40-46.
- Trigueros, L., Sendra, E. (2015). Fatty acid and conjugated linoleic acid (CLA) content in fermented milks as assessed by direct methylation. *LWT-Food Science and Technology*, 60(1): 315-319.
- Vieira, C.P., Álvares, T.S., Gomes, L.S., Torres, A.G., Paschoalin, V.M.F., Conte-Junior, C.A. (2015). Kefir grains change fatty acid profile of milk during fermentation and storage. *PLoS one*, 10(10): e0139910.
- Vinderola, G. (2008). Dried cell-free fraction of fermented milks: new functional additives for the food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 19(1): 40-46.
- Xu, S., Boylston, T.D., Glatz, B.A. (2004). Effect of lipid source on probiotic bacteria and conjugated linoleic acid formation in milk model systems. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 81(6): 589-595.
- Yadav, H., Jain, S., Sinha, P.R. (2007). Production of free fatty acids and conjugated linoleic acid in probiotic dahi containing *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* during fermentation and storage. *International Dairy Journal*, 17(8): 1006-1010.