

MARGARİN FORMÜLASYONUNDA KONJÜGE LİNOLEİK ASİT KULLANIMININ DEPOLAMA STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Ayşe Güney, Hamza Alaşalvar, Hakan Erinç*

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

Geliş / Received: 10.04.2020; Kabul / Accepted: 22.09.2020; Online baskı / Published online: 30.09.2020

Güney, A., Alaşalvar, H., Erinç, H. (2020). Margarin formülasyonunda konjüğe linoleik asit kullanımının depolama stabilitesi üzerine etkisi. GIDA (2020) 45(5) 997-1008 doi: 10.15237/gida.GD20059

Güney, A., Alaşalvar, H., Erinç, H. (2020). The effect of conjugated linoleic acid addition on the storage stability of margarine. GIDA (2020) 45(5) 997-1008 doi: 10.15237/gida.GD20059

ÖZ

Sunulan bu çalışmada, konjüğe linoleik asit (KLA) bakımından zengin margarin formülasyonlarının üretiminde iki farklı formda (esterifiye ve mikroenkapsüle), farklı miktarlarda KLA kullanım olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla, üretilen margarinlerin karakterizasyonu yapılmış ve 120 gün süresince depolama stabiliteeleri belirlenmiştir. Depolama süresinde KLA ve mikro-enkapsüle KLA miktarının artması ile parlaklık ve yeşillik değerlerinde bir miktar azalma gözlemlenmesine rağmen, sarılık değeri bir miktar artmıştır. Ayrıca depolama süresince yapılan serbest yağ asitliğinde KLA miktarının artması ve depolama süresinin uzaması ile bir miktar azalma meydana gelmiştir. Peroksit sayısında ise depolama süresince KLA miktarının artması ile bir miktar artma gözlemlenmiştir. Bir diğer oksidasyon analizi olan malonaldehit analizinde ise KLA kullanımı ile çok az bir miktarda artış gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Konjüğe linoleik asit, margarin, enkapsülasyon, depolama

THE EFFECT OF CONJUGATED LİNOLEIC ACID ADDITION ON THE STORAGE STABILITY OF MARGARINE

ABSTRACT

In this study, it was investigated the possibilities of conjugated linoleic acid (CLA) usage in different forms (esterified and microencapsulated) and different ratios in the production of CLA-rich margarine formulations. For this purpose, the margarine formulations were characterized and their storage stability was determined for 120 days. Although a slight decrease in brightness and greenness values was observed with increase in the amount of CLA and micro-encapsulated CLA during the storage period, the yellowness value slightly increased. Besides, there was a decrease in free fatty acidity with an increase in the amount of CLA and extending storage time. A slight increase was observed in peroxide value of margarine with the increase in the amount of CLA during storage. In malonaldehyde analysis, which is another oxidation analysis, an increase was observed with the use of CLA.

Keywords: Conjugated linoleic acid, margarine, encapsulation, storage

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ hakanerinc@hotmail.com,

☎ (+90) 388 225 4005,

☎ (+90) 388 225 0112

Ayşe Güney; ORCID no: 0000-0002-6730-8910

Hamza Alaşalvar; ORCID no: 0000-0003-3000-7310

Hakan Erinç; ORCID no: 0000-0001-8858-4570

GİRİŞ

Günümüzde hızlı yaşam koşulları ve dünya nüfusunun artması insan beslenmesi üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Buna bağlı olarak obezite, kalp-damar hastalıkları, sindirim sistemi rahatsızlıkları gibi hastalıklar meydana gelmektedir. Sağlıklı bir şekilde yaşayabilmek ve gelişebilmek ancak yeterli ve dengeli beslenme ile gerçekleştirilebilir (Çelik ve Demirel, 2004).

Gıdalar insan fizyolojisi için gerekli olan temel mikro ve makro besin kaynaklarını içerebildikleri gibi sağlık açısından olumlu etkilere sahip ve vücuda alınması zorunlu olan bileşikler de içermelidir. Gıdaların sahip olduğu bu özelliklerden dolayı günümüzde fonksiyonel gıda bileşenlerine ilgi artmaktadır. Bu fonksiyonel gıda bileşenlerinden birisi de konjuge linoleik asittir. Konjuge linoleik asit (KLA) izomerleri ruminant hayvanlardan elde edilen gerek insan gerek ise hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda vücuda yararlı etkileri tespit edilmiş olan sağlığa yararlı fonksiyonel lipidler olarak dikkat çektedirler (Bauman vd., 2000).

Çoklu doymamış yağ asidi olan KLA, esansiyel yağ asidi olan linoleik asidin (C18:2 *9c-12c*) pozisyonel ve geometrik izomerlerinin bir karışımını oluşturmaktadır (Akalın vd., 2003; Cook ve Pariza, 1998; Lavillonniere vd., 1998; Rainer ve Heiss, 2004; Şahin vd., 2003; Watkins ve Li, 2002).

KLA'nın insan vücudu üzerinde birçok faydalı etkileri rapor edilmiştir (Ercöşkun vd., 2005; Kung ve Yang, 2006). Aynı zamanda KLA farelerde deri (Pariza vd., 1985; Ha vd., 1987) ve mide (Ha vd., 1990) ve sıçanlarda ise meme tümörlerinin (Ip vd., 1991) gelişimini inhibe edebildiği ya da azaltabildiği, ayrıca bağışıklık sistemini iyileştirdiği (Cook vd., 1998), tavşanlarda kötü kolesterolü azaltıp iyi kolesterolü arttırdığı (Lee vd., 1994) aynı zamanda antiobezite etki gösterdiği saptanmıştır (Keim vd., 2003).

Literatürde KLA'nın insanlar üzerindeki biyolojik ve fizyolojik etkilerini gösterilebilmesi için günlük tüketilmesi gereken miktarı hakkında farklı veriler bulunmasına rağmen birçok araştırmacı günlük

tüketimin en az 3 g olmasını önermektedir (Ip vd., 1995; Ha vd., 1998; Chamruspollert ve Sell, 1999; Blankson vd., 2000; Cherian vd., 2002; Hah vd., 2006).

Günümüzde tüketici sağlığına katkıda bulunabilecek fonksiyonel gıdalara artan ilginin sonucu olarak margarin fitosteroller ve çoklu doymamış yağ asidi grupları (Nair ve ark. 1997) gibi kardiyovasküler olarak yararlı görünen katkı maddeleri ile zenginleştirmeye yönelik artan bir eğilim vardır (Marangoni ve Poli, 2010). Margarin, bitkisel yağlardan elde edilen ve yağ içinde su tipi emülsifiye bir gıdadır. Margarinler sıvı yağlarla karşılaştırıldığında oldukça önemli A ve D vitamin kaynağıdır. Çocukların sağlıklı büyüme ve gelişiminde esansiyel yağ asidi olan omega-3 ve omega-6 yağ asitlerini içermesinden dolayı bitkisel yağlardan yapılan margarinler beslenmede büyük önem taşır (Sopelana vd., 2013).

Bu çalışmanın amacı, kimyasal yolla üretilen KLA izomerlerinin belirlenmesi ve margarin üretiminde kullanılmasıdır. Böylelikle KLA tüketiminin artabileceği gibi margarin formülasyonun iyileştirilmesiyle daha sağlıklı ve işlevsel bir ürün ortaya çıkarmaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Margarin üretiminde kullanılan KLA karışımı, mikroenkapsüle edilmiş KLA ve gerekli olan diğer margarin bileşenleri ve kimyasallar bölümümüzde yürütülen "Mikrodalga Işıyım ve Ultrases Dalgaları ile Konjüge Linoleik Asit Üretiminin Optimizasyonu ve Margarin Formülasyonunda Kullanımı" başlıklı BAP (GTB 2018/05-BAGEP) projesi kapsamında elde edilmiştir. Margarin üretiminde kullanılan KLA Alaşalvar vd. (2019) tarafından tanımlanan mikrodalga destekli alkali izomerizasyon metodu ile gerçekleştirilmiştir. KLA'nın mikroenkapsülasyonunda kaplama maddesi olarak margarin formülasyonunda yer alan süt tozu kullanılmıştır. Besleme emülsiyonunun hazırlanmasında kaplama maddesi/KLA oranı 1/1 olarak sabit tutulmuş ve emülsiyon toplam %30 kuru madde içerecek şekilde hazırlanmıştır. Mikroenkapsülasyon işlemi 180°C giriş sıcaklığında, %100 aspirasyon, %30

besleme hızında püskürtmeli kurutucu (B-290, Buchi, İsviçre) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1'de margarin üretiminde kullanılan yağların yağ asidi bileşimleri verilmiştir.

Çizelge 1. Susuz margarin, palm stearin, KLA ve ayçiçek yağının yağ asidi içeriği

Table 1. Fatty acid contents of hard stock oil, palm stearin, CLA and sunflower oil

Yağ Asidi	Susuz margarin	Palm Stearin	KLA	Ayçiçek Yağı
	(%)	(%)	(%)	(%)
	Hard stock oil	Plam Stearin	CLA	Sunflower oil
	(%)	(%)	(%)	(%)
Miristik asit (14:0)	1.004	1.181	0.394	0.076
Palmitik asit (16:0)	45.373	63.042	18.459	5.816
Palmitoleik (16:1)	1.763	2.235	1.006	0.115
Stearik asit (18:0)	4.068	4.546	1.399	3.252
Oleik asit (18:1)	36.882	23.672	20.825	35.994
Linoleik asit (18:2)	10.015	5.324	21.498	54.689
Linolenik asit (18:3)	0.483		1.027	0.058
Araşidik asit (20:0)	0.316			
Gadoleik asit (20:1)	0.096			
9c-11t KLA			16.471	
10t-12c KLA			17.281	
Diğer KLA İzomerleri			1.640	
Toplam KLA			35.393	

Metot

Yağ asitlerinin transesterifikasyonu ile metil esteri eldesi

Christie (1989) tarafından bildirilen ve Kim ve Liu (1999) tarafından modifiye edilen yağ asitlerinin asidik ortamda transesterifikasyonu metodu kullanılarak serbest yağ asitlerinin metil esterleri oluşturulmuştur. Bu amaçla 2 mg örnek üzerine 0.12 mL %1'lik H₂SO₄ (metanolde) ilave edilmiş ve 70°C'de 2 saat bekletilmiştir. Daha sonra üzerine %5'lik NaCl çözeltisinden 0.14 mL ilave edilmiş ve ayırma hunisinde 15 mL hekzan ile 2 kez ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir. Hekzan fazı üzerine %4'lük 0.12 mL potasyum bikarbonat ilave edilip sodyum sülfat varlığında vakum altında filtre edilerek yağ asidi metil esterleri elde edilmiştir.

İnteresterifikasyon işlemi ile KLA esteri hazırlama

İnteresterifikasyon işlemi çift cidarlı erlen kullanılarak vakum altında gerçekleştirilmiştir. Bu işlem için palm stearin ve metillendirilmiş-KLA (kontrol örneğinde linoleik asit) oranı 1/3 olacak şekilde karıştırılmıştır. Manyetik karıştırıcı kullanılarak vakum ortamında yağın sıcaklığı 90

°C'ye getirilerek 15 dk süreyle karıştırılması ile nemi uzaklaştırılmıştır. Daha sonra katalizör olarak %30'luk sodyum metilat (CH₃ONa) çözeltisinden %0.5 oranında yağa eklenerek, 30 dakika süre ile 90 °C'de vakum altında karıştırılmıştır. Reaksiyon tamamlandıktan sonra katalizörün inaktif hale getirilmesi için toplam yağ ağırlığının %2'si oranında %20'lik sitrik asit çözeltisi karışıma eklenmiş ve aynı sıcaklıkta 15 dakika karıştırma işlemine devam edilmiştir. Yağlar ağartma toprağı kullanılarak kâğıt filtreden süzölmüş ve böylece katalizör ve yabancı maddeler uzaklaştırılmıştır. Elde edilen yağlar, analizler gerçekleştirilinceye kadar -18 °C'de bekletilmiştir (Zeitoun vd., 1993). Bu aşamada üretilen örneklerin KLA içeriği analiz edilmiş ve %1, 2.5, 5, 7.5 ve %10 KLA içeren son ürünler paçal yapılarak hazırlanmıştır.

HPLC yağ asitlerinin miktar ve izomer analizi

Son ürünlerin KLA izomerleri içeriği, Sehat vd. (1999) tarafından önerilen metot kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla HPLC cihazına transesterifikasyon yoluyla oluşturulan yağ asidi metil esterlerini içeren örnekten 20 µL enjekte

edilmiştir. Örneklerin bileşenlerine ayrıştırılmasında “Chromspher 5 lipit” analitik kolonu (4.6 mm ID, 250 mm, 5 µm partikül boyutu, Varian, Polo Alto, CA, USA) ve yağ asitlerinin belirlenmesinde ise UV dedektörü (233 nm) kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Hareketli faz olarak %0.1 asetonitril içeren hekzan kullanılmıştır (akış hızı 1 mL/dakika). İzomerlerin tam olarak tespiti için aynı şartlarda standartların enjeksiyonu yapılmıştır.

Margarin üretimi ve analizler

Margarin üretiminde %82 yağ, %16 su, %0.7 tuz, %1 yağsız süt tozu ve %0.3 mono-digliserit karışımı kullanılmıştır. Literatürden farklı olarak antioksidan kullanılmayarak depolama stabilitesinin daha net olarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Üretilen margarin örnekleri 4 ay süresince buzdolabında (5°C) depolanmış ve detayları aşağıda verilen şekilde margarinlerin depolama stabiliteleri belirlenmiştir.

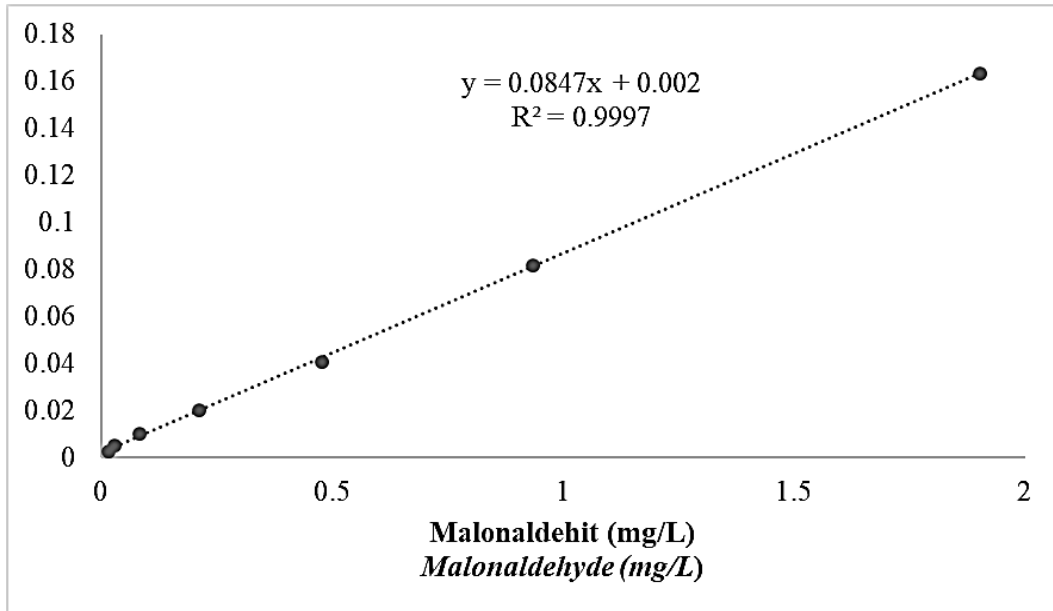
KLA içeriği yüksek margarin üretiminde ise interesterifikasyon işlemi ile üretilen % 1, 2.5, 5, 7.5 ve 10 KLA içeren yağ kullanılmıştır. Kontrol grubu için ise %0, 1, 10 ayçiçek yağı içeren margarinler hazırlanmıştır. Üretilen margarin örnekleri 4 aylık depolama süresince 0., 15., 30.,

45., 60., 75. 90. ve 120. günlerde analizlere tabi tutulmuştur.

Renk değerleri: Margarin örneklerinin renk ölçümleri depolama süresi boyunca yapılmış olup bu amaçla Minolta CR-400 cihazı (Konica Minolta Sensing, Osaka, Japan) kullanılarak L*, a* ve b* değerleri belirlenmiştir.

Serbest yağ asitliği (SYA) ve peroksit sayısı tayini: Üretilen margarinlerde depolama süresi boyunca serbest yağ asitliği ve peroksit sayısındaki değişimler sırasıyla Cd 3a–63 ve Cd 8–53 (AOCS, 1998) metotları ile belirlenmiştir.

Malonaldehit analizi (MAD): Lipit oksidasyonu; 2-Tiyobarbitürik asidin (TBA) MAD ile kalorimetrik tepkimesinin ölçme esasına dayanarak Cd 19-90 (AOCS, 1998) metodu ile belirlenmiştir. Şahit çözeltilere karşı örneğin 538 nm’deki absorbansı okunmuş ve MAD standart eğrisini hazırlamak üzere 1×10^{-3} M Malonaldehit bis (diethyl asetal, % 97) standart çözeltisinden farklı oranlarda seyreltmeler hazırlanmıştır. Hazırlanan seyreltik çözeltilerden elde edilen absorbanslar kalibrasyon eğrisinin hazırlanmasında kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. TBA analizine ait kalibrasyon eğrisi
Figure 1. Calibration curve for TBA analysis

BULGULAR VE TARTIŞMA**İntersterifikasyon ile üretilen KLA'lı margarin örneklerine ait sonuçlar
Renk Değişimi**

Üretilen margarinlerde yapılan renk analizi sonucunda L* (parlaklık/matlık) değeri, a* ve b* değerleri Çizelge 2'de gösterildiği gibidir. L* değeri 0 (siyah) ve 100 (beyaz) arasındaki aydınlık derecesini ölçmektedir, depolama süresinde en yüksek parlaklık değerine kontrol grubunda rastlanılmıştır. 0. günde %1 gibi düşük oranlarda ayçiçek yağı/KLA kullanılarak üretilen margarinlerde benzer L* değerleri oluşmasına rağmen %10 ayçiçek yağı kullanımı %10 KLA'ya kıyasla margarinlere daha çok parlaklık vermiştir. Ürünlerde KLA miktarının artmasıyla azalan L* değeri daha sonraki analizlerde düzensiz olarak artış/azalış göstermiştir. L* değerindeki azalma KLA içeren örneklerin parlaklığının azaldığının bir göstergesidir. Analiz sonucunda a* değeri “-” (yeşil) çıkmıştır. 0. günde en yüksek yeşillik değeri %10 ayçiçek yağı ile elde edilen margarinlerde ortaya çıkmış ve aynı oranlarda KLA kullanılarak üretilen margarinler bu değerden bir miktar düşük yeşillik değeri göstermiştir. Analiz edilen bütün örneklerde depolama süresince analiz hatasından kaynaklanabilecek düzensiz artma ve azalmalar gözlemlenmiştir. KLA miktarının artmasıyla beraber örneklerde yeşillik değerinin az miktarda olsa düzensiz olarak arttığı tespit edilmiştir. b* değeri “+” (sarı) olarak okunmuştur. 0.günde aynı oranlarda Ayçiçek yağı/ KLA ile üretilen margarinler karşılaştırıldığında KLA ilavesinin margarinlere daha çok sarılık verdiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda KLA miktarının artması ile sarılık değeri doğru orantı göstermiştir. Depolama süresince düzensiz artma azalmalar gözlemlenmesine rağmen 120. günün sonunda en yüksek b değeri %10 KLA içeren margarinlerde olduğu tespit edilmiştir.

Serbest yağ asitliği değişimi

Üretilen margarin örneklerinde depolama süresi boyunca (0. 15. 30. 60. 90. ve 120. gün), kontrol örneklerinde (K 0, K 1 ve K 10) ve %1, 2,5, 5, 7,5, 10 KLA içeren örneklere SYA analizi yapılmıştır. SYA analizi sonucunda örneklerde 0.günde en düşük SYA değeri kontrol örneklerinde meydana gelmiştir. %1 ayçiçek yağı ile üretilen

margarinlerde oluşan SYA değeri %1 KLA ile elde edilen ürünlerden bir miktar düşük çıkmasına rağmen bu fark ürünlerdeki ayçiçek/ KLA yağı artışıyla artmıştır. Ayrıca yapıdaki KLA miktarıyla SYA değeri arasında doğru orantılı bir ilişki saptanmıştır. 120 günlük depolama süresince tüm örneklerde düzensiz artma ve azalmalar gözlemlenmesine rağmen depolama süresinin bitiminde başlangıçta belirlenen SYA değerinden oldukça düşük değerler tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Peroksit sayısı değişimi

Üretilen margarin örneklerinde depolama süresi boyunca (0. 15. 30. 60. 90. ve 120. gün), kontrol örneklerinde (K 0, K 1 ve K 10) ve %1, 2,5, 5, 7,5, 10 KLA içeren örneklere peroksit analizi yapılmıştır (Çizelge 4). 0. Günde en yüksek peroksit değeri %10 ayçiçek yağı ile üretilen margarinlerde ortaya çıkmıştır. %1 ayçiçek yağı ile üretilen margarinlerde oluşan peroksit değeri %1 KLA ile üretilen margarinlerden elde edilen peroksit değerinden daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Ancak %10 ayçiçek yağı %10 KLA'ya göre oldukça yüksek peroksit değeri meydana getirmiştir. Ayrıca yapıdaki KLA miktarının artması peroksit değerinde bir miktar artışa sebep olmuştur. Sonuçlardan da görüldüğü gibi depolama süresince tüm örneklerde yağ asitlerinin oluşumundan dolayı peroksit değerlerinde düzensiz artma ve azalmalar tespit edilirken 120 günlük depolama sonunda oldukça yüksek peroksit değerleri meydana gelmiş olup sadece K 10 (%10 ayçiçek yağı) ve M 1 (%1 KLA) örneklerinde bir miktar azalma tespit edilmiştir.

Bir çalışmada ticari soya yağı ve KLAZSY (KLA içeren yağ) ile kızartılmış patateslerden ekstrakte edilen yağların peroksit değerlerinin yaklaşık aynı değerde olduğu tespit edilmiştir (Jain ve Proctor, 2007). Yettella ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışmada depolama süresince inceledikleri soya yağında peroksit değerinde büyük bir artma gözlemlerken KLA içeren örneklerin peroksit değerinde önemli bir derecede değişim olmadığını belirlemişlerdir (Yettella vd., 2012). Bu sonucun hidroperoksitlerin KLA'nın oksidasyon ürünü olmadığı raporuyla desteklendiği vurgulanmıştır (Ha vd.,1990). Bu çalışmada ise

Yetella vd. (2012)' nin çalışmasından farklı olarak başlangıçta %10 KLA içeren margarinlerin peroksit değerinin %10 ayçiçek yağı içeren margarinlerin peroksit değerinden düşük bulunmasına rağmen depolama süresinde bu miktar sürekli olarak artmıştır. Araştırmacıların çoğu, KLA'nın LA'den daha hızlı oksitlendiğini öne sürmektedirler (Ha vd., 1990; Zhang ve Chen,

1997). Aynı zamanda Yang ve arkadaşları KLA'nın oksidatif stabilitesinin, çift bağın geometrik pozisyonundan fazla etkilendiğini vurgulamışlardır (Yang vd., 2000). Bu çalışmada kullanılan KLA izomerlerinin literatürdeki çalışmadan farklı olduğunu varsayarsak sonuçlarımız bu bulguları kanıtlar neticededir.

Çizelge 2. İnteresterifikasyon ile üretilen KLA'lı margarinlerde renk değişimi
Table 2. Color changes in CLA-margarines produced by interesterification

L*	0.gün 0.day	15.gün 15.day	30.gün 30.day	60.gün 60.day	90.gün 90.day	120.gün 120.day
K 0	90.37 ^{cd}	72.61 ^{aA}	73.91 ^{aA}	73.92 ^{aA}	83.69 ^{dC}	82.05 ^{bB}
K 1	87.20 ^{cdD}	75.76 ^{cA}	78.31 ^{cB}	87.52 ^{dD}	82.95 ^{dC}	83.16 ^{cC}
K 10	86.50 ^{cdD}	78.57 ^{dA}	79.46 ^{cA}	84.41 ^{cC}	81.16 ^{cB}	84.67 ^{dC}
M 1	87.02 ^{cdD}	71.78 ^{aA}	73.68 ^{aA}	82.26 ^{cdB}	83.22 ^{dB}	85.46 ^{dC}
M 2.5	87.27 ^{dD}	74.69 ^{bcA}	75.01 ^{abA}	81.01 ^{cB}	84.02 ^{dC}	80.91 ^{abB}
M 5	84.51 ^{bdD}	74.58 ^{bcA}	78.83 ^{bcB}	83.32 ^{deD}	81.31 ^{cC}	83.30 ^{cdD}
M 7.5	80.81 ^{adD}	74.34 ^{baA}	71.90 ^{cC}	80.73 ^{cD}	76.29 ^{bbB}	80.10 ^{aCD}
M 10	81.40 ^{adD}	77.91 ^{dB}	74.39 ^{aA}	76.71 ^{bbB}	74.11 ^{aA}	79.74 ^{aC}
a*						
K 0	-3.35 ^{cB}	-3.13 ^{cC}	-3.55 ^{dA}	-3.23 ^{eBC}	-3.56 ^{abA}	-3.65 ^{ba}
K 1	-3.99 ^{ba}	-3.20 ^{cD}	-3.87 ^{bB}	-4.02 ^{ba}	-3.45 ^{bC}	-3.87 ^{aB}
K 10	-4.51 ^{aA}	-3.39 ^{bcE}	-4.07 ^{aC}	-4.28 ^{ab}	-3.69 ^{aD}	-4.07 ^{aC}
M 1	-4.20 ^{bcA}	-2.79 ^{dE}	-3.14 ^{abB}	-3.57 ^{cC}	-3.00 ^{cD}	-3.70 ^{bcC}
M 2.5	-4.30 ^{ba}	-3.43 ^{abB}	-3.25 ^{cB}	-3.30 ^{dB}	-3.67 ^{aB}	-3.43 ^{dB}
M 5	-3.71 ^{eBC}	-3.50 ^{abC}	-3.56 ^{bcBC}	-3.71 ^{cBC}	-3.72 ^{aB}	-3.96 ^{aA}
M 7.5	-4.12 ^{ca}	-3.71 ^{abC}	-3.49 ^{bcC}	-3.65 ^{cBC}	-3.50 ^{abC}	-3.83 ^{abB}
M 10	-4.28 ^{ca}	-3.65 ^{aC}	-3.64 ^{abcC}	-3.68 ^{cC}	-3.21 ^{bcD}	-3.96 ^{aB}
b*						
K 0	21.14 ^{aA}	26.21 ^{aD}	26.14 ^{aD}	24.61 ^{aC}	24.75 ^{bB}	24.41 ^{abD}
K 1	26.56 ^{bb}	25.44 ^{aB}	29.08 ^{cdD}	27.85 ^{bc}	21.50 ^{aA}	25.91 ^{aB}
K 10	26.64 ^{bc}	24.78 ^{aB}	29.02 ^{cdE}	28.24 ^{bDE}	21.54 ^{aA}	27.68 ^{bcD}
M 1	28.28 ^{cC}	25.21 ^{aB}	27.32 ^{abC}	28.13 ^{bc}	22.17 ^{aA}	28.16 ^{cC}
M 2.5	29.05 ^{dB}	28.85 ^{bB}	29.34 ^{cdB}	28.00 ^{bb}	25.00 ^{aA}	28.71 ^{cB}
M 5	26.78 ^{baB}	29.23 ^{bd}	28.29 ^{bcCD}	27.81 ^{bBC}	25.72 ^{ca}	32.00 ^{dE}
M 7.5	31.69 ^{ec}	31.93 ^{cC}	30.38 ^{dB}	31.99 ^{dC}	25.51 ^{ca}	34.12 ^{eD}
M 10	34.51 ^{dD}	32.96 ^{cC}	33.45 ^{cC}	30.85 ^{cB}	25.40 ^{ca}	34.82 ^{eD}

a,b,c,d; Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatüskel açıdan farklıdır (P<0.05)

A,B,C,D; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatüskel açıdan farklıdır (P<0.05)

a,b,c,d; The averages shown with different letters in the same column are statistically different (P<0.05)

A,B,C,D; The averages shown with different letters on the same row are statistically different (P<0.05)

Malonaldehit miktarı değişimi

Üretilen margarin örneklerinde depolama süresi boyunca (0. 15. 30. 60. 90. ve 120. gün), kontrol örneklerinde (K 0, K 1 ve K 10) ve %1, 2.5, 5, 7.5, 10 KLA içeren örneklerinin TBA sayıları Çizelge

5'de gösterildiği gibidir. 0. günde %1 ayçiçek yağı ile üretilen margarin örneklerinde bulunan TBA sayısı %1 KLA içeren örneklerle oranla biraz daha yüksek olmasına rağmen KLA/Ayçiçek yağı oranının artması ile KLA içeren margarinlerde

ayçiçek yağına kıyasla daha yüksek TBA sayısı ölçülmüştür. Ayrıca margarinlerde bulunan KLA miktarının artması ile TBA sayısı sürekli olarak artış göstermiştir. Depolama süresince tüm

örneklerde düzensiz artma/azalma meydana gelmiş olup 120 günlük depolamanın sonucunda en yüksek TBA sayısı %10 KLA içeren margarinlerde meydana gelmiştir.

Çizelge 3. İnteresterifikasyon ile üretilen KLA'lı margarinlerdeki serbest yağ asitliği (%)

Table 3. Free fatty acid contents (%) of CLA-margarines produced by interesterification

Örnekler Samples	0.gün 0.day	15.gün 15.day	30.gün 30.day	60.gün 60.day	90.gün 90.day	120.gün 120.day
K 0	0.51 ^{Bb}	0.49 ^{aAB}	0.42 ^{aAB}	0.46 ^{cAB}	0.41 ^{abAB}	0.37 ^{aA}
K 1	0.49 ^{Aa}	0.47 ^{aCD}	0.48 ^{bD}	0.37 ^{aB}	0.42 ^{abBC}	0.35 ^{aAB}
K 10	0.45 ^{bDE}	0.47 ^{aE}	0.40 ^{aBC}	0.43 ^{bcCD}	0.39 ^{abB}	0.35 ^{aA}
M 1	0.52 ^{bD}	0.48 ^{aC}	0.45 ^{abB}	0.43 ^{bcB}	0.38 ^{aA}	0.37 ^{aA}
M 2.5	0.52 ^{abA}	0.55 ^{bcA}	0.45 ^{abA}	0.40 ^{abA}	0.40 ^{abA}	0.57 ^{bA}
M 5	0.55 ^{bA}	0.57 ^{bcA}	0.46 ^{abA}	0.44 ^{bcA}	0.44 ^{bA}	0.44 ^{abA}
M 7.5	0.54 ^{bAB}	0.59 ^{bc}	0.51 ^{bB}	0.48 ^{cAB}	0.49 ^{cB}	0.40 ^{abA}
M 10	0.56 ^{bB}	0.54 ^{bAB}	0.53 ^{bAB}	0.53 ^{dAB}	0.54 ^{cAB}	0.48 ^{abA}

^{A,B,C,D}; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan farklıdır (P<0.05)

^{a,b,c,d}; Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan farklıdır (P<0.05)

^{A,B,C,D}; The averages shown with different letters on the same row are statistically different (P<0.05)

^{a,b,c,d}; The averages shown with different letters in the same column are statistically different (P<0.05)

Çizelge 4. İnteresterifikasyon ile üretilen KLA'lı margarinlerdeki peroksit değeri (meq O₂/kg)

Table 4. Peroxide values (meq O₂ / kg) of CLA-margarines produced by interesterification

Örnekler Samples	0.gün 0.day	15.gün 15.day	30.gün 30.day	60.gün 60.day	90.gün 90.day	120.gün 120.day
K 0	2.16 ^{aA}	2.51 ^{aB}	2.72 ^{aC}	2.86 ^{aD}	3.51 ^{aE}	4.03 ^{bF}
K 1	2.16 ^{bA}	2.76 ^{aB}	3.26 ^{abC}	3.61 ^{bcdD}	4.76 ^{bE}	5.54 ^{cF}
K 10	9.14 ^{cE}	6.11 ^{cD}	5.83 ^{dD}	4.13 ^{dC}	3.60 ^{aB}	2.52 ^{aA}
M 1	3.73 ^{cbC}	3.67 ^{cC}	3.74 ^{bc}	3.30 ^{abBC}	2.83 ^{aA}	2.93 ^{aAB}
M 2.5	3.83 ^{cbA}	3.61 ^{cA}	3.24 ^{abA}	3.55 ^{bcA}	5.33 ^{bcB}	5.40 ^{cB}
M 5	3.50 ^{cA}	3.59 ^{cA}	3.49 ^{ba}	3.91 ^{cdA}	5.55 ^{bcB}	5.95 ^{cdB}
M 7.5	3.15 ^{bA}	3.17 ^{bA}	3.28 ^{abA}	3.89 ^{cdA}	5.46 ^{bcB}	6.54 ^{dB}
M 10	4.00 ^{dA}	4.02 ^{dA}	4.43 ^{eA}	4.87 ^{eA}	5.87 ^{cB}	7.99 ^{Ec}

^{a,b,c,d}; Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan farklıdır (P<0.05)

^{A,B,C,D}; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan farklıdır (P<0.05)

^{a,b,c,d}; The averages shown with different letters in the same column are statistically different (P<0.05)

^{A,B,C,D}; The averages shown with different letters on the same row are statistically different (P<0.05)

Çizelge 5. İnteresterifikasyon ile üretilen KLA'lı margarinlerdeki tiyobarbütirik asit (mg/mL) sayısı

Table 5. Thiobarbutyric acid (mg / mL) values of CLA-margarines produced by interesterification

Örnekler Samples	0.gün 0.day	15.gün 15.day	30.gün 30.day	60.gün 60.day	90.gün 90.day	120.gün 120.day
K 0	0.09	0.06	0.06	0.10	0.13	0.06
K 1	0.09	0.07	0.05	0.08	0.10	0.05
K 10	0.12	0.10	0.07	0.13	0.11	0.06
M 1	0.06	0.06	0.06	0.12	0.10	0.09
M 2.5	0.08	0.07	0.06	0.10	0.12	0.09
M 5	0.12	0.09	0.07	0.18	0.12	0.11
M 7.5	0.11	0.10	0.09	0.12	0.13	0.10
M 10	0.17	0.13	0.10	0.17	0.15	0.14

Van den Berg vd. (1995) KLA ve linoleik asit karışımının oksijene maruz kalması sonucunda prooksidan etki gösterdiğini aynı zamanda KLA'nın anti-prooksidan etkisinin izomer çeşitleri ile ilgili olabileceğini bildirmişlerdir. Literatürdeki çalışmalar sonucunda araştırmacıların çoğu, KLA'nın linoleik asitten daha hızlı oksitlendiğini rapor etmişlerdir (Ha vd., 1990; Zhang ve Chen, 1997). Bunun aksine KLA'nın linolenik ve araşidonik asitlerden daha yüksek bir oksidasyon oranına sahip olduğuna dair kanıtlarda bulunmaktadır (Zhang ve Chen, 1997). Bu yüzden KLA'nın oksidatif stabilitesi üzerine kesin bir sonuç henüz belirlenememiş ve konu çözüme ulaşamamıştır. Sunmuş olduğumuz bu çalışmada KLA miktarının artması ile oksidasyonun bir miktar arttığı aynı zamanda depolama süresince başlangıca kıyasla TBA sayısında bir miktar azalma belirlenmiştir. Bu sonuç depolama boyunca KLA'nın margarinlerde antioksidan olarak görev yapmış olduğunu göstermektedir. TBA sayısında oluşan dalgalanmalar depolama koşullarından, oksidasyon analiz yöntemlerinden kaynaklanabileceği gibi KLA izomerlerinden de etkilenmektedir.

Mikroenkapsüle KLA ile üretilen margarinler örneklerine ait sonuçlar

Renk analizi

Üretilen margarinlerde yapılan renk analizi sonucunda L* (parlaklık/matlık) değeri, a* ve b* değerleri Çizelge 6'da gösterildiği gibidir. L* değeri 0 (siyah) ve 100 (beyaz) arasındaki aydınlık derecesini ölçmektedir. 0. günde aynı oranlarda ayçiçeği/mikroenkapsüle KLA ile üretilen margarinler karşılaştırıldığında ayçiçeği yağı margarinlere bir miktar fazla parlaklık vermiştir.

Diğer taraftan yapıdaki mikroenkapsüle KLA miktarının artması L* değerinde önemli bir değişime neden olmamıştır. Depolama süresince tüm örneklerde L* değerinde düzensiz artma ve azalma meydana gelmiş ve 120. günün sonunda tüm örneklerde parlaklığın başlangıca göre azalmış olduğu tespit edilmiştir. Analiz sonucunda a değeri “-” (yeşil) çıkmış en yüksek yeşillığe sahip örneklerin mikroenkapsüle KLA içeren örnekler olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca %1 ayçiçeği yağı içeren margarinlerin yeşillik değeri %1 mikroenkapsüle KLA içeren margarinlere göre bir miktar düşük çıkmıştır. Depolama boyunca a* değerinde düzensiz artma ve azalmalar meydana gelmiş ve bunun sebebinin ölçüm hatasından kaynaklanabileceği öngörülmektedir. 120. günün sonunda örneklerin yeşillik değerinin başlangıca göre bir miktar azaldığı raporlara kaydedilmiştir. b* değeri “+” (sarı) olarak okunmuştur. 0. günde aynı oranlarda ayçiçeği yağı / mikroenkapsüle KLA içeren önemli bir fark tespit edilmemiş ancak margarinlerde KLA'nın artması ile b değerinde bir miktar artış meydana gelmiştir. Depolama süresince b değerinde düzensiz artma ve azalmalar belirlenmiştir.

Serbest yağ asitliği

Üretilen margarin örneklerinde depolama süresi boyunca (0., 15., 30., 60., 90. ve 120. gün), kontrol örneklerinde (K 0, K 1 ve K 10) ve %0.1, 0.2, 0.4, 0.5 ve 1.0 oranlarında mikroenkapsüle edilmiş KLA ile üretilen margarin örneklerine SYA analizi yapılmıştır (Çizelge 7). Analiz sonucunda 0. günde oluşturulan kontrol örneklerinde büyük bir fark gözlemlenememiş ancak örneklerdeki KLA miktarının artması ile SYA değerinde bir artış söz konusu olmuştur. %1 mikroenkapsüle KLA içeren margarin örnekleri %1 ayçiçeği yağı içeren örneklere kıyasla oldukça yüksek SYA değeri göstermiştir. Depolama süresince SYA değerleri başlangıç değerlere göre önemli derecede değişime uğramamıştır.

Peroksit sayısı

Üretilen margarin örneklerinde depolama süresi boyunca (0., 15., 30., 60., 90. ve 120. gün), kontrol örneklerinde (K 0, K 1 ve K 10) ve %0.1, 0.2, 0.4, 0.5 ve 1.0 oranlarında mikroenkapsüle edilmiş KLA ile üretilen margarin örneklerine peroksit analizi yapılmıştır (Çizelge 8). 0. günde tüm örneklerde peroksit değerinde önemli derecede bir fark gözlemlenememiş ancak %1 mikroenkapsüle KLA içeren margarinlerde peroksit değeri %1 ayçiçeği yağı içeren margarinlere kıyasla bir miktar fazla çıkmıştır. Sonuçlar depolama süresinde peroksit değerlerinin yağ asidi oluşumundan dolayı sürekli olarak arttığı tespit edilmiş olup 120 günlük

depolama süresi sonunda en yüksek değerin %1 ayçiçeği yağı içeren margarinlerde olduğu ayrıca en yüksek mikroenkapsüle KLA içeren (MK 1) diğer

KLA örneklerine göre daha yüksek peroksit değeri gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 6. Mikroenkapsüle KLA ile üretilen margarinlerdeki renk değişimi

Table 6. Color changes in margarines containing microencapsulated-CLA

L	0.gün 0.day	15.gün 15.day	30.gün 30.day	60.gün 60.day	90.gün 90.day	120.gün 120.day
K 0	90.37 ^{dD}	72.61 ^{aA}	73.91 ^{aA}	73.92 ^{aA}	83.69 ^{dC}	82.05 ^{bB}
K 1	87.20 ^{cD}	75.76 ^{bA}	78.31 ^{bB}	87.52 ^{cD}	82.95 ^{cdC}	83.16 ^{cC}
MK 0.1	85.17 ^{aCD}	85.96 ^{dD}	80.85 ^{cA}	82.30 ^{bB}	84.11 ^{dC}	82.03 ^{bB}
MK 0.2	85.89 ^{bD}	84.43 ^{dC}	81.09 ^{dB}	83.89 ^{bBC}	80.54 ^{aA}	83.24 ^{cBC}
MK 0.4	85.91 ^{bD}	77.96 ^{eA}	78.54 ^{eC}	84.56 ^{eE}	81.41 ^{abB}	81.43 ^{abB}
MK 0.5	85.29 ^{cC}	77.81 ^{eA}	79.82 ^{bA}	82.29 ^{bB}	82.14 ^{bcB}	80.66 ^{aB}
MK 1	85.31 ^{aC}	78.38 ^{eA}	78.35 ^{cB}	83.45 ^{cC}	81.14 ^{abB}	82.64 ^{abB}
a*						
K 0	-3.35 ^{cB}	-3.13 ^{cC}	-3.55 ^{dA}	-3.23 ^{eBC}	-3.56 ^{abA}	-3.65 ^{baA}
K 1	-3.99 ^{bA}	-3.20 ^{cD}	-3.87 ^{bB}	-4.02 ^{bA}	-3.45 ^{bC}	-3.87 ^{aB}
MK 0.1	-4.22 ^{aA}	-3.43 ^{bC}	-3.82 ^{bcB}	-3.47 ^{dC}	-3.55 ^{abC}	-3.91 ^{aA}
MK 0.2	-4.01 ^{bA}	-3.59 ^{aB}	-4.06 ^{aA}	-3.71 ^{cB}	-3.83 ^{cC}	-4.09 ^{aA}
MK 0.4	-4.21 ^{aA}	-3.76 ^{aC}	-4.05 ^{aB}	-4.03 ^{aA}	-3.96 ^{aD}	-3.97 ^{aB}
MK 0.5	-3.97 ^{bA}	-3.85 ^{dE}	-3.72 ^{cB}	-3.36 ^{deC}	-3.14 ^{cD}	-3.32 ^{cC}
MK 1	-4.17 ^{aA}	-3.53 ^{bD}	-3.88 ^{bB}	-3.69 ^{cC}	-3.52 ^{abD}	-3.60 ^{bD}
b*						
K 0	21.14 ^{aA}	26.21 ^{bD}	26.14 ^{aD}	24.61 ^{bC}	24.75 ^{eB}	24.41 ^{aD}
K 1	26.56 ^{bB}	25.44 ^{bB}	29.08 ^{cD}	27.85 ^{eC}	21.50 ^{eA}	25.91 ^{aB}
MK 0.1	29.44 ^{eD}	25.73 ^{bC}	26.10 ^{aC}	23.12 ^{aB}	21.50 ^{eA}	26.48 ^{aC}
MK 0.2	26.14 ^{bB}	26.50 ^{bB}	29.05 ^{cC}	26.26 ^{cdB}	20.47 ^{aA}	28.03 ^{bC}
MK 0.4	28.46 ^{dE}	26.40 ^{bB}	27.43 ^{bCD}	26.96 ^{deC}	23.05 ^{dA}	27.73 ^{bD}
MK 0.5	26.35 ^{bC}	23.32 ^{aB}	29.26 ^{cD}	25.35 ^{bcC}	20.99 ^{bA}	25.71 ^{aC}
MK 1	27.37 ^{cC}	26.50 ^{bcB}	25.88 ^{aB}	26.85 ^{deCB}	23.05 ^{dA}	26.33 ^{abB}

A,B,C,D; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan farklıdır (P<0.05)

a,b,c,d; Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan farklıdır (P<0.05)

A,B,C,D; The averages shown with different letters on the same row are statistically different (P<0.05)

a,b,c,d; The averages shown with different letters in the same column are statistically different (P<0.05)

Çizelge 7. Mikroenkapsüle KLA içeren margarinlerdeki serbest yağ asitliği

Table 7. Free fatty acid contents of margarines containing microencapsulated-CLA

Örnekler Samples	0.gün 0.day	15.gün 15.day	30.gün 30.day	60.gün 60.day	90.gün 90.day	120.gün 120.day
K 0	0.51 ^{abB}	0.49 ^{aAB}	0.42 ^{aAB}	0.46 ^{aAB}	0.41 ^{aAB}	0.37 ^{aA}
K 1	0.49 ^{aA}	0.47 ^{aCD}	0.48 ^{aD}	0.37 ^{aB}	0.42 ^{aBC}	0.35 ^{aAB}
MK 0.1	0.61 ^{bA}	0.66 ^{bC}	0.61 ^{aAB}	0.65 ^{bBC}	0.64 ^{bAB}	0.63 ^{bAB}
MK 0.2	0.98 ^{cC}	0.91 ^{cBC}	0.89 ^{bBC}	0.83 ^{cB}	0.89 ^{cBC}	0.69 ^{baA}
MK 0.4	1.33 ^{dA}	1.43 ^{dA}	1.41 ^{cA}	1.33 ^{dA}	1.33 ^{dA}	1.29 ^{cA}
MK 0.5	1.63 ^{dA}	1.74 ^{eC}	1.53 ^{cB}	1.63 ^{eBC}	1.76 ^{eC}	1.69 ^{dBC}
MK 1	2.44 ^{eA}	2.86 ^{fB}	2.80 ^{dAB}	2.74 ^{fAB}	2.87 ^{fB}	2.77 ^{eAB}

A,B,C,D; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan farklıdır (P<0.05)

a,b,c,d; Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan farklıdır (P<0.05)

A,B,C,D; The averages shown with different letters on the same row are statistically different (P<0.05)

a,b,c,d; The averages shown with different letters in the same column are statistically different (P<0.05)

Çizelge 8. Mikroenkapsüle KLA içeren margarinlerdeki peroksit değeri (meq O₂/kg)
 Table 8. Peroxide values (meq O₂ / kg) of margarines containing microencapsulated-CLA

Örnekler Samples	0.gün 0.day	15.gün 15.day	30.gün 30.day	60.gün 60.day	90.gün 90.day	120.gün 120.day
K 0	2.16 ^{aA}	2.51 ^{aB}	2.72 ^{aC}	2.86 ^{aD}	3.51 ^{aE}	4.03 ^{aF}
K 1	2.16 ^{aA}	2.76 ^{aB}	3.26 ^{aC}	3.61 ^{aD}	4.76 ^{aE}	5.54 ^{aF}
MK 0.1	2.32 ^{aA}	2.71 ^{aB}	2.76 ^{aB}	2.85 ^{aB}	3.96 ^{aC}	4.11 ^{aC}
MK 0.2	2.38 ^{aA}	2.48 ^{aA}	2.91 ^{aB}	3.34 ^{aC}	4.15 ^{aD}	4.42 ^{bD}
MK 0.4	2.21 ^{aA}	2.47 ^{aA}	2.83 ^{aB}	3.40 ^{aC}	4.32 ^{aD}	4.87 ^{cE}
MK 0.5	2.23 ^{aA}	2.69 ^{aB}	2.74 ^{aB}	3.70 ^{aC}	4.18 ^{aD}	4.95 ^{cdE}
MK 1	2.32 ^{aA}	2.63 ^{aB}	2.71 ^{aB}	3.68 ^{aC}	4.21 ^{aD}	5.06 ^{dE}

^{a,b,c,d}; Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan farklıdır (P<0.05)

^{A,B,C,D}; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan farklıdır (P<0.05)

^{a,b,c,d}; The averages shown with different letters in the same column are statistically different (P<0.05)

^{A,B,C,D}; The averages shown with different letters on the same row are statistically different (P<0.05)

Malonaldehit analizi

Üretilen margarin örneklerinde depolama süresi boyunca (0. 15. 30. 60. 90. ve 120. gün), kontrol örneklerinde (K 0 ve K 1) ve %0.1, 0.2, 0.4, 0.5 ve 1 mikroenkapsüle KLA içeren örneklerinin TBA sayıları Çizelge 9'da gösterildiği gibidir. 0.günde %1 ayçiçeği yağı içeren margarin örneklerinde oluşan TBA %1 mikroenkapsüle KLA kullanımıyla elde edilen margarin örneklerine

kıyasla bir miktar düşük bulunmuştur. Aynı zamanda margarin örneklerinde artan mikroenkapsüle KLA miktarı ile TBA doğru orantı göstermiştir. Depolama süresince incelenen TBA sayısında düzensiz artma/azalmalar gözlemlenmiştir. 120 günün sonunda en yüksek TBA sayısına sahip örneğin %1 mikroenkapsüle KLA içeren örnekte olduğu raporlara kaydedilmiştir.

Çizelge 9. Mikroenkapsüle KLA içeren margarinlerde tiyobarbütirik asit (mg/mL) sayısı
 Table 9. Thiobarbutyric acid (mg / mL) values of margarines containing microencapsulated-CLA

Örnekler Samples	0.gün 0.day	15.gün 15.day	30.gün 30.day	60.gün 60.day	90.gün 90.day	120.gün 120.day
K0	0.09	0.06	0.04	0.10	0.13	0.06
K1	0.09	0.07	0.05	0.08	0.10	0.05
MK0.1	0.05	0.05	0.05	0.08	0.11	0.09
MK0.2	0.08	0.07	0.06	0.09	0.13	0.10
MK0.4	0.08	0.07	0.06	0.13	0.11	0.10
MK0.5	0.14	0.10	0.06	0.09	0.09	0.10
MK1	0.12	0.09	0.06	0.12	0.09	0.14

SONUÇ

Renk analizinde depolama süresinde KLA ve mikro-enkapsüle KLA miktarının artması ile parlaklık ve yeşillik değerlerinde bir miktar azalma gözlemlenmesine rağmen, sarılık değeri bir miktar artmıştır. Depolama süresince yapılan SYA'nde KLA miktarının artması ve depolama süresinin uzaması koşullarında SYA'nde bir azalma meydana gelmiştir. Peroksit sayısı analizinde ise

depolama süresince KLA miktarının artması ile bir miktar artma gözlemlenmiştir. Bir diğer oksidasyon analizi olan malonaldehit analizinde ise KLA kullanımı ile çok az bir miktarda artan TBA sayısı depolama süresince önemli bir değişime uğramamıştır.

Sonuç olarak depolama süresince yapılan analizler sonucunda KLA içeriği zengin ürünün depolama

koşullarına uygunluk göstermesi, oksidasyon analizlerinde margarinlerde olumlu etkiler yapması ve karakterizasyon analizlerinde tespit edilen olumlu özellikler sonucunda margarin üretiminde KLA kullanılmasının son ürüne pozitif etkileri tespit edilmiştir. Hem son üründeki olumlu etkileri hem de sağlık üzerindeki bilinen katkılarından dolayı KLA'nın gıdalar üzerinde kullanımı araştırılması gereken bir konudur.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKILARI

HE, araştırmanın planlanması, yürütülmesi, değerlendirilmesi ve yazımını sağlamıştır. AG ve HA analizlerin takibi, değerlendirilmesi ve yazımını sağlamıştır. Yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamışlardır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen GTB 2018/05-BAGEP nolu "Mikrodalga Işınlam ve Ultrases Dalgaları ile Konjüge Linoleik Asit Üretiminin Optimizasyonu ve Margarin Formülasyonunda Kullanımı" başlıklı proje kapsamında üretilmiştir.

KAYNAKLAR

Akalın, A. S., Tokuşoğlu, Ö., Gönc, S., Aycan, Ş. (2003). Occurrence of Conjugated Linoleic Acid in Probiotic Yoghurts Fortificated Fructooligosaccharide (FOS), 2003 IFT Annual Meeting+Food Expo, McCormick Place, South Chicago, IL, USA, July 12-16.

Alaşalvar, H., Erinç, H., Salur, F., & Özbey, A. (2019). Production of Conjugated Linoleic Acid by Microwave-Assisted and Ultrasound-Assisted Alkali Isomerization: Effects of Microwave Power and Ultrasound Amplitude. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 96(7): 839-846.

AOCS, (1998). Official Methods and Recommended Practices, AOCS, 5th ed., The Society, Champaign, IL, ABD.

Bauman, D. E., Baumgard, L. H., Corl, B. A., Griinari, J. M. (2000). Biosynthesis of conjugated

linoleic acid in ruminants. *Journal of Animal Science*, 77(1): 1-15.

Blankson, H., Stakkestad, J. A., Fagertun, H., Thom, E., Wadstein, J., Gudmundsen, O. (2000). Conjugated linoleic acid reduces body fat mass in overweight and obese humans. *The Journal of Nutrition*, 130(12): 2943-2948.

Chamruspollert, M. ve Sell, J. L. (1999). Transfer of dietary conjugated linoleic acid to egg yolks of chickens. *Poultry Science*, 78(8): 1138-1150.

Cherian, G., Goeger, M. P., Ahn, D. U. (2002). Dietary conjugated linoleic acid with fish oil alters yolk n-3 and trans fatty acid content and volatile compounds in raw, cooked, and irradiated eggs. *Poultry science*, 81(10): 1571-1577.

Christie, W. W. (1989). The analysis of fatty acids, In: Gas Chromatography and Lipids A Practical Guide, *The American Oil Chemists Society*, Scotland.

Cook, M. E. ve Pariza, M. (1998). The Role of Conjugated Linoleic Acid (CLA) In Health. *International Dairy Journal*, 8:459-462.

Çelik, S. ve Demirel, M. (2004). İnsan ve Hayvan Sağlığı Bakımından Omega Yağ Asitleri ve Konjüge Linoleik Asitin Önemi. Y. Y. Ü. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1:25-35.

Ercoşkun, H., Uğuz, Ş., Kıralan, M. (2005). Konjüge Linoleik Asit. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 19:42-45.

Ha, Y. L., Grimm, N. K., Pariza, M. W. (1987). Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid. *Carcinogenesis*, 8(12):1881-1887.

Ha, Y. L., Storkson, J., Pariza, M. W. (1990). Inhibition of benzo (a) pyrene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. *Cancer Research*, 50(4):1097-1101.

Ha, Y.L., Grimm, N.K., Pariza, W.M. (1998). Newly recognised anticarcinogenesis fatty acids: identification and quantification in natural and processed cheeses. *J. Agric. Food Chem.*, 37:75-81.

Hah, K. H., Yang, H. S., Hur, S. J., Moon, S. S., Ha, Y. L., Park, G. B., Joo, S.T. (2006). Effect of substituted conjugated linoleic acid for fat on meat qualities, lipid oxidation and residual nitrite

- content in emulsion-type sausage. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 19(5):744-750.
- Ip C, Scimeca J., A. (1995). Opposing effects of *cis-9*, *trans-11* and *trans-10*, *cis-12* conjugated linoleic acid on blood lipids in healthy humans. *Nutr. Cancer*, 24:241-247.
- Ip, C., Chin, S. F., Scimeca, J. A., Pariza, M. W. (1991). Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. *Cancer Research*, 51(22):6118-6124.
- Jain, V. P., ve Proctor, A. (2007). Production of conjugated linoleic acid-rich potato chips. *Journal of Food Science*, 72(1):75-78.
- Keim, N. L. (2003). Conjugated Linoleic Acid and Body Composition, in *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research* (Ed. Sebedio, J. L., Christie, W. W. and Adlof, R.), *AOCS Press, Amerika*, 316-322.
- Kim, Y. J. ve Liu, R. H. (1999). Selective increase in conjugated linoleic acid in milk fat by crystallization. *Journal of Food Science*, 64(5):792-795.
- Kung, F. C. ve Yang, M. C. (2006) Effect of Conjugated Linoleic Acid Immobilization on the Hemocompatibility of Cellulose Acetate Membrane. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 47(1):36-42.
- Lavillonniere, F., Martin, J. C., Bougnoux, P., Sebedio, J. L. (1998). Analysis of Conjugated Linoleic Acid Isomer and Content in French Cheeses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 75(3):343-352.
- Lee, K. N., Kritchevsky, D., Pariza, M. W. (1994). Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis*, 108(1):19-25.
- Marangoni, F., Poli, A. (2010). Phytosterols and cardiovascular health. *Pharmacological Research*, 61:193-199.
- Nair, S. S. D., Leitch, J. W., Falconder, J., Garg, M. L. (1997). Prevention of cardiac arrhythmia by dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids and their mechanism of action. *The Journal of Nutrition*, 127:383-393.
- Pariza, M. W., Hargraves, W. A. (1985). A beef-derived mutagenesis modulator inhibits initiation of mouse epidermal tumors by 7,12-dimethylbenz [a] anthracene. *Carcinogenesis*, 6(4):591-593.
- Rainer, L., Heiss, C. J. (2004). Conjugated Linoleic Acid: Health Implications And Effects On Body Composition. *Journal of The American Dietetic Association*, 104(6):963-968.
- Sehat, N., Rickert, R., Mossoba, M. M., Kramer, J. K. G., Yurawecz, M. P., Roach, J. A., Adlof, R. O., Morehouse, K. M., Fritsche, J., Eulitz, K. D. (1999). Improved separation of conjugated fatty acid methyl esters by silver ion-high-performance liquid chromatography. *Lipids*, 34(4):407-413.
- Sopelana, P., Arizabaleta, I., Ibargoitia, M. L., Guillén, M. D. (2013). Characterisation of the lipidic components of margarines by 1 H Nuclear Magnetic Resonance. *Food chemistry*, 141(4):3357-3364.
- Şahin, N., Özçelik, B., Karaali, A. (2003). Peynir Ürünlerinde Konjuge Linoleik Asit Miktarı ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu*, İzmir, 22-23 Mayıs 2003, 29-34.
- van den Berg, J.J.M., Cook, N., Tribble, D. (1995). Reinvestigation of the antioxidant properties of conjugated linoleic acid. *Lipids*, 30: 599-605.
- Watkins, B.A., ve Li, Y. (2002). Conjugated Linoleic Acid: Nutrition And Biology, in *Food Lipids Chemistry, Nutrition And Biotechnology*, 637-661, Eds. Akoh, C. C. and Min, D. B. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Yang, L., Leung, L.K, Huang, Y., Chen, Z. (2000). Oxidative stability of conjugated linoleic acid isomers. *J. Agric. Food Chem.*, 48:3072-3076.
- Yettella, R. R., Castrodale, C., & Proctor, A. (2012). Oxidative stability of conjugated linoleic acid rich soy oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 89(4):685-693.
- Zeitoun, M.A.M., Neff, W.E., List, G.R., Mounts, T.L. (1993). Physical Properties of Interesterified Fat Blends, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 70:467-471.
- Zhang, A, ve Chen, Z. (1997). Oxidative stability of conjugated linoleic acids relative to other polyunsaturated fatty acids, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 74:1611-1613.