



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü



PİYASADA SATILAN YOĞURT ÇEŞİTLERİNİN YAĞ ASİDİ PROFİLİNİN VE KONJUGE LİNOLEİK ASİT MİKTARLARININ BELİRLENMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Ali Rıza KOSALI

Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

İzmir

2022

T. C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**PİYASADA SATILAN YOĞURT ÇEŞİTLERİNİN YAĞ
ASİDİ PROFİLİNİN VE KONJUGE LİNOLEİK
ASİT MİKTARLARININ BELİRLENMESİ**

Ali Rıza KOSALI

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Gülfem ÜNAL

Süt Teknolojisi Anabilim Dalı
Süt Teknolojisi Yüksek Lisans Programı

İzmir
2022

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Piyasada Satılan Yoğurt Çeşitlerinin Yağ Asidi Profilinin ve Konjuge Linoleik Asit Miktarlarının Belirlenmesi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilemeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

10/02/2022

Ali Rıza KOSALI

ÖZET**PİYASADA SATILAN YOĞURT ÇEŞİTLERİNİN YAĞ ASİDİ
PROFİLİNİN VE KONJUGE LİNOLEİK ASİT MİKTARLARININ
BELİRLENMESİ**

KOSALI, Ali Rıza

Yüksek Lisans Tezi, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Gülfem ÜNAL

Şubat 2022, 76 sayfa

Bu çalışmada İzmir piyasasından tam yağlı sade yoğurt, light yoğurt, süzme yoğurt, organik yoğurt, meyveli yoğurt, probiyotik yoğurt ve probiyotik meyveli yoğurt çeşitlerinden 28 örnek toplanmış ürünlerin konjuge linoleik asit miktarları ve yağ asidi profilleri belirlenmiştir. Bunun yanında toplam kurumadde, protein, yağ, laktoz ve pH değerleri geçerli standartlar kullanılarak tespit edilmiştir.

Tüm yoğurt örneklerinde tespit edilen yağ asidi miktarlarına bakıldığında toplam doymuş yağ asidi miktarının toplam tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi miktarları ile kıyaslandığında en yüksek payı oluşturduğu görülmektedir. Tüm yağ asidi çeşitleri incelendiğinde ise çalışma kapsamındaki yoğurt çeşitlerinde % 27,06 - % 39,19 arasında değişen oranlarda en yüksek payın palmitik aside (C16:0) ait olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan tekli doymamış yağ asitleri arasında da % 21,56 - % 32,7 arasında olmak üzere en yüksek miktar oleik asit (C18:1) için saptanmıştır.

Ürün gruplarında belirlenen toplam KLA izomerleri (*cis-9*, *trans-11*, *trans-10*, *cis-12*, *trans-9*, *cis 11*) miktarları incelendiğinde en yüksek oran tam yağlı sade yoğurt, süzme yoğurt ve meyveli yoğurt gruplarında tespit edilmiştir. Diğer yandan en düşük toplam KLA oranı organik yoğurt grubunda saptanmıştır. Süt ürünlerinde en yüksek KLA izomeri payını oluşturan *cis-9*, *trans-11* izomeri en fazla tam yağlı sade yoğurt ve light yoğurt gruplarında belirlenirken en düşük oran organik yoğurt grubunda tespit edilmiştir.

Yağ miktarı ile *cis-9*, *trans-11* KLA izomeri arasında negatif bir korelasyon ilişkisi tam yağlı sade yoğurt ve light yoğurt grubu için; pozitif bir korelasyon ilişkisi de meyveli yoğurt ve probiyotik yoğurt grubu için belirlenmiştir.

Bu tezden elde edilen veriler piyasamızda satılan yoğurt çeşitlerindeki yağ asidi profilinde en fazla payı doymuş yağ asitlerinin aldığını; baskın olan KLA izomerinin de *cis-9*, *trans-11* izomeri olduğunu göstermiştir.

Anahtar Sözcükler: KLA, yoğurt, yağ asidi profili.

ABSTRACT**DETERMINATION OF FATTY ACID PROFILE AND
CONJUGATED LINOLEIC ACID CONTENT OF YOGHURT
SAMPLES ON THE MARKET**

KOSALI, Ali Riza

MSc in Dairy Technology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Gülfem ÜNAL

February 2022, 76 pages

In this study, the conjugated linoleic acid amounts and fatty acid profiles of 28 samples, containing full-fat plain yogurt, light yogurt, strained yogurt, organic yogurt, fruit yogurt, probiotic yogurt and probiotic fruit yogurt varieties, which were collected from İzmir market were determined. In addition, total dry matter, protein, fat, lactose and pH values are determined using valid standarts.

It is seen that total saturated fatty acid amount constitutes the highest ratio when compared to total monounsaturated and polyunsaturated fatty acid amounts considering the amount of fatty acids detected in all yogurt samples. When all fatty acid varieties were examined, it was determined that palmitic acid (C16:0) had the highest ratio in the yoghurt varieties within the scope of the study, varying between 27.06 % and 39.19 %. On the other hand, among the monounsaturated fatty acids, the highest amount was determined for oleic acid (C18:1), between 21.56 % and 32.7 %.

When the amounts of total CLA isomers (*cis-9*, *trans-11*, *trans-10*, *cis-12*, *trans-9*, *cis 11*) determined in the product groups were examined, the highest rate was detected in the full-fat plain yoghurt, strained yoghurt and fruit yoghurt groups. On the other hand, the lowest total CLA ratio was found in the organic yoghurt group. The *cis-9*, *trans-11* isomer, which constitutes the highest ratio of CLA isomer in dairy products, was determined the most in full-fat plain yoghurt and light yoghurt groups, while the lowest rate was determined in the organic yoghurt group.

There was a negative correlation between the amount of fat content and the *cis-9*, *trans-11* isomer for the whole-fat plain yoghurt and light yoghurt group; and a positive correlation relationship was determined for the fruit yoghurt and probiotic yoghurt group.

The data obtained from this thesis show that saturated fatty acids have the highest ratio in the fatty acid profile of yoghurt varieties sold in the market; and also showed that the dominant CLA isomer is the *cis-9*, *trans 11* isomer.

Keywords: CLA, yoghurt, fatty acid profile.

ÖNSÖZ

Fonksiyonel gıdalar sağlık açısından bir çok faydaları olması dolayısıyla son yıllarda önem kazanmış bir konu haline gelmiştir. Süt ve süt ürünleri de bu fonksiyonel gıdalar arasında sayılmaktadır. Süt yağında bulunan konjuge linoleik asitte çeşitli sağlık faydaları bulunan bileşiklerden birisidir. Süt yağında konjuge linoleik asit tespiti ile ilgili bol miktarda çalışma gerçekleştirilmişken özellikle Türk halkının günlük diyetinde bol miktarda tüketilen yoğurtta konjuge linoleik asit miktarının belirlenmesi üzerine nispeten daha az miktarda çalışma yapılmış olması danışmanım ile beni bu konu üzerinde çalışmaya sevk eden en önemli motivasyon kaynağı olmuştur.

Çalışmamızın ilk aşamasında danışmanımın çeşitli önerileriyle birlikte konu ile ilgili çeşitli literatür taraması yaptım. Daha sonra elde ettiğimiz bilgilerle yapılacak analizlerle ilgili bir yol haritası oluşturduk. Sonraki aşamada ise İzmir yoğurt piyasasını temsil edecek şekilde marketlerden ulusal markalardan çeşitli gruplarda yoğurt örnekleri toplandı. Covid-19 sebebiyle özel durumum nedeniyle tezime yaklaşık 2 yıl ara verdikten sonra, kimyasal analizleri ve konjuge linoleik asit ve yağ asidi profillerini belirlediğimiz analizleri gerçekleştirdik. Danışmanımın desteğiyle sonuçların yorumlanması ve istatistiksel hesaplamalar gerçekleştirildikten sonra literatür ile karşılaştırmalar gerçekleştirildi ve son dokunuşlarla beraber tezim son halini aldı.

Bu tez çalışmasında ülkemizdeki tüketimi oldukça yüksek miktarlarda olan yoğurt çeşitlerindeki konjuge linoleik asit miktarlarının tespit edilmesi ve bunun sonucunda literatüre fayda sağlamak ve tüketicilerin bu konuda bilgilendirilmesi hedeflenmiştir.

İZMİR

Ali Rıza KOSALI

10/02/2022

İÇİNDEKİLERSayfa

İÇ KAPAK	(ii)
KABUL ONAY SAYFASI	(iii)
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI	(v)
ÖZET	(vii)
ABSTRACT	(ix)
ÖNSÖZ	(xi)
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	(xiii)
ŞEKİLLER DİZİNİ	(xvii)
ÇİZELGELER DİZİNİ	(xix)
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	(xxi)
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Yoğurt	3
2.1.1 Yoğurt ve özellikleri	3
2.1.2 Yoğurdun Türkiye'deki yeri ve önemi	4
2.2 Konjuge Linoleik Asit	5

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

2.2.1 Konjuge linoleik asidin yapısı	6
2.2.2 Konjuge linoleik asidin biyosentezi	8
2.2.3 Süt ürünlerinde konjuge linoleik asidin varlığı	13
2.2.4 Süt ürünlerinde konjuge linoleik asit miktarına etki eden faktörler	15
2.2.5 Konjuge linoleik asidin sağlık üzerine etkileri	19
2.2.6 Konjuge linoleik asidin yan etkileri	31
3. GEREÇ VE YÖNTEM	33
3.1 Gereç	33
3.2 Yöntem	35
3.2.1 Kimyasal analizler	35
3.2.2 Yağ asidi metil esterlerinin hazırlanması	37
3.2.3 İstatistiksel analiz	38
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	39
4.1 Kimyasal Özellikler	39
4.2 Yağ Asidi Profili	41
4.3 Yoğurt Gruplarına Göre Yağ Asidi Profiline ve Konjuge Linoleik Asit Miktarlarının Değerlendirilmesi	48

İÇİNDEKİLER (devam)

4.4 Yoğurt Gruplarının Kimyasal Özellikleri ile Konjuge Linoleik Asit <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 izomeri arasındaki korelasyon ilişkisi	55
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	58
KAYNAKLAR DİZİNİ	62
TEŞEKKÜR	75
ÖZGEÇMİŞ	76

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Linoleik asit ve izomerleri	7
2.2 Linoleik asidin kimyasal yapısı ve onun iki izomeri olan <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 ve <i>trans</i> -10, <i>cis</i> -12 linoleik asitler	7
2.3 Konjuge linoleik asidin kaynakları ve yapısı	8
2.4 <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 konjuge linoleik asidin biyosentezi	9
2.5 Linoleik asit (<i>c9c12</i> -C18:2) ve linolenik asidin (<i>c9c12c15</i> -C18:3) ruminal biyohidrojenasyon metabolik yolları	10
3.1 Kolon nitelikleri	38
3.2 Sıcaklık programı	38
4.1 TYY3 kodlu yoğurt örneğinin kromotagramı	42

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Bazı gıdalarda bulunan ortalama konjuge linoleik asit miktarları	14
3.1 Yoğurt çeşitleri ve kodları	34
4.1 Çalışmada incelenen yoğurtların kimyasal özellikleri	39
4.2 Yoğurt örneklerinin yağ asidi profilleri	43
4.3 Yoğurt örneklerinin yağ asidi profilleri(devam)	44
4.4 Yoğurt çeşitlerinin yağ (%), toplam SFA (%), toplam MUFA (%), toplam PUFA (%), EPA+DHA (%) miktarları	49
4.5 Yoğurt çeşitlerinin toplam KLA (<i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11; <i>trans</i> -10, <i>cis</i> -12; <i>trans</i> -9, <i>cis</i> -11) (g/100 g), KLA (<i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11) (g/100 g), KLA (<i>trans</i> -10, <i>cis</i> -12) (g/100 g) ve KLA (<i>trans</i> -9, <i>cis</i> -11) (g/100g) miktarları	50
4.6 Yoğurt örneklerinin kimyasal özellikleri ile KLA <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 izomeri arasındaki korelasyon ilişkisi	56

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİKısaltmalar

ALA	α -Linoleik Asit
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists
BMR	Bazal metabolizma hızı
COX	Siklooksijenaz
DHA	Dokzaheksaenoik asit
DMRT	Duncan çoklu karşılaştırma testi
ECS	Presten çekilmiş pamuk tohumu
EPA	Eikozapentaenoik asit
ESB	Presten çekilmiş soya fasulyesi
FAME	Yağ asidi metil esterleri
FAS	Yağ asidi sentez
GC	Gaz kromatografisi
ICR	Deneylerde kullanılan bir fare türü
ISO	Uluslararası standartlar teşkilatı
KLA	Konjuge Linoleik Asit
KM	Kuru madde
LA	Linoleik Asit

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

LNA	Linolenik Asit
MFG	Süt yağı globülleri
MUFA	Tekli doymamış zincirli yağ asidi
OLETF	Otsuka long-evans tokushima fatty (deneylerde kullanılan bir fare türü)
<i>P</i>	Sıfır hipotez testi bağlamında istatistiksel anlamlılığı ölçmek için kullanılan değer
PGE2	Prostoglandin E ₂
PPAR- α	Proliferatörle aktive olan reseptör α
PUFA	Çoklu doymamış zincirli yağ asidi
<i>r</i>	Pearson korelasyon katsayısı
RA	Rumenik Asit
SFA	Doymuş yağ asidi
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SREBP	Sterol düzenleyici element bağlayıcı protein
TNF- α	Tümör nekroz faktörü α
VA	Vasenik Asit
FVB	Deneylerde kullanılan bir fare türü

1.GİRİŞ

Besinlerin temel işlevi, organizmanın ihtiyaç duyduğu metabolitleri ve enerjiyi karşılamaktır. Aynı zamanda matrislerinde bulunan çeşitli bileşenler de sağlığını olumlu etkiler sağlamaktadır. Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalarda, tüketilen besinler ile sağlık (özellikle de kronolojik rahatsızlıklar) arasında önemli etkileşimler olduğu anlaşılmıştır (Ballıkaya, 2007).

Süt ve süt ürünleri yapıtaşları olan protein, yağ, karbonhidrat ve minerallerin ötesinde bir rolü olan ve sağlık için önemli roller üstlenen laktoferrin, immünoglobülin, oligosakkaritler, polar lipidler, trans yağ asitleri, glikomakropeptitler, orta zincirli yağ asitleri gibi çeşitli biyoaktif bileşikler bulundurmaktadır. Konjuge Linoleik Asit (KLA) süt ve süt ürünlerinde bulunan biyoaktif komponentler arasında gösterilmektedir (Haenlein, 2009).

Fonksiyonel gıdaların tanımı ise bileşimlerinde bu bileşikler temelden bulunduran veya ilave edilerek zenginleştirilen ve vücut için faydalı etkileri olan ya da bazı hastalıkları azaltan gıdalar olarak yapılmaktadır. İlk olarak Japonya’da çıkmış olan bu kavram sağlık açısından pozitif etkiler sunması dolayısıyla tüm dünyada tüketici talebi kazanmıştır (Riberio et al., 2018).

Fonksiyonel gıdalar bitkisel ve hayvansal kaynaklı olmak üzere temelde iki ana sınıfa ayrılabilir. Bitkisel kaynaklı olanlar arasında domates ve ürünleri, greyfurt suyu, sarımsak, çeşitli kuruyemişler, kakao ve çikolata, siyah ve yeşil çay, turna yemişi, keten tohumu, turunçgiller ve brokoli gibi ürünler sayılabilir (Saini, 2017). Hayvansal kaynaklı olanlar arasında ise bir çoklu doymamış zincirli yağ asidi (PUFA) olan Omega-3 kaynağı olan balıklar, geviş getiren hayvanların yağlarında bulunan KLA ve bu hayvanlardan elde edilen et, süt ve süt ürünleri örnek olarak gösterilebilir (Prates and Alfaia, 2002).

Süt yağı gerek teknolojik gerekse insan beslenmesi açısından çok sayıda önemli fonksiyona sahiptir. Örneğin süt yağı peynir gibi fermente süt ürünlerinin aroma ve kalitesini arttırırken, bütirat, sfingolipid ve KLA gibi bileşenler içermesi sebebiyle insan sağlığı üzerine faydalar sağlar (Çolakoğlu, 2010).

Konjuge linoleik asidin sağlık üzerindeki etkileri incelendiğinde genel olarak güvenli bir gıda bileşeni olarak grlmektedir. Süt ve ürünleri dahil olmak üzere çeşitli gıdalarda yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi ve konjuge linoleik asit miktarının tespit edilmesi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Buna karşın konu ile ilgili yoğurt eşitleri üzerindeki çalışmalar nispeten daha azdır (do Espirito Santo et al., 2010; 2012; Dankw et al., 2015; Kumar et al., 2017; Borkov et al., 2018).

Bu tez çalışmasında günlük diyetimizde yer alan ve ülkemiz piyasasında satılan Türkiye yoğurt piyasasını temsil edecek şekilde piyasadān temin edilen yoğurt çeşitlerinin (sade yoğurt, süzme yoğurt, light yoğurt, meyveli yoğurt, organik yoğurt, sade probiyotik yoğurt ve meyveli probiyotik yoğurt) genel kimyasal bileşimlerinin, yağ asidi profillerinin ve konjuge linoleik asit miktarlarının belirlenmesi ve tüketicilerin bu konuda aydınlatılması hedeflenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Yoğurt

2.1.1 Yoğurt ve özellikleri

Fermentasyon gıda işlemenin en eski formlarından birisi olup binlerce yıldır gıdaları korumak, aromayı ve diğer duyuşal özellikleri ve işlevselliği ile besin değeri için arttırmak için uygulanan bir yöntemdir. Süt ve diğer gıdalarda görülen fermentasyonun ilk kanıtlarına yaklaşık olarak 7000 ila 10000 yıl önce arasında bir tarihte rastlanılmaktadır. Yoğurt birçok toplumun diyetinde önemli bir yer tutmakta ve birçok isimle anılmaktadır. Yoğurt kelimesinin Türkçedeki “yoğurmak” kelimesinden geldiği düşünülmektedir (Donovan and Hutkins, 2018).

Türk Gıda Kodeksi’ne göre yoğurt; fermentasyonda spesifik olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*’un simbiyotik kültürlerinin kullanıldığı bir fermente süt ürünüdür (Anonim, 2009) Türk Standartları Enstitüsü TS 1330 Yoğurt Standardında ise daha detaylı bir tanım verilmiştir. Buna göre yoğurt; inek sütü (TS 1018), koyun sütü (TS 11044), manda sütü (TS 11045), keçi sütü (TS 11046) veya karışımlarının pastörize edilmesi veya pastörize sütün (TS 1019) gerektiğinde süttozu ilavesiyle (TS 1329) homojenize edilip veya edilmeden *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*’dan oluşan yoğurt kültürünün ilave edilmesi ve TS 10935-Yoğurt Yapım Kuralları Standard’na uygun işlemlerden sonra elde edilen mamuldür (Anonim, 2006).

Yoğurt dünya çapındaki birçok düzenleyici ajans tarafından sindirilmiş laktoz ve *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* gibi canlı bakteriyel suşlara sahip bir fermente süt olarak tanımlanmaktadır. Bu ürün protein, kalsiyum, fosfor, B2 ve B12 vitaminleri gibi çeşitli esansiyel besin öğelerine sahip bir kaynak olarak da bilinmektedir (Fishberg and Machado, 2015). Bahsedilen iki bakteri türü de son üründe en az gram başına 10 milyon bakteri olacak şekilde aktif olmalıdır (Donovan and Hutkins, 2018).

Yoğurdun bu kadar popüler olmasının temel sebebi sağlık için birçok faydasının olmasıdır. Besin değerinin yanında laktoz intoleransı, antimikrobiyal aktivite ve gastrointestinal enfeksiyonlara karşı etkinlik, antikanser etkisi serum kolesterolünü düşürücü etki ve bağışıklık sistemi uyarımı gibi fizyolojik etkileri de bildirilmektedir (Chandan et al., 2017).

Yoğurdun ve diğer fermente süt ürünlerinin insanlar tarafından binlerce yıldır tüketilmesine karşın, potansiyel sağlık faydaları için bilimadamları tarafından çalışmaya başlanması daha henüz geçen yüzyılda gerçekleşmiştir. Genomik gibi omik teknolojilerdeki gelişmeler geçtiğimiz yıllarda gelişmesiyle bu çalışmalar üzerindeki ilgi artmış bulunmaktadır (Donovan and Hutkins, 2018).

2.1.2 Yoğurdun Türkiye’deki yeri ve önemi:

Geçmişten beri yoğurt yapımı, soğutma olanağı olmayan yerlerde veya dönemlerde sütü en basit, kolay ve güvenilir bir değerlendirme yöntemi olmuştur. Uzun yıllardan beri halkımız tarafından sevilerek ve fazla miktarlarda tüketilen yoğurt, yüksek besin ögesi değeri nedeniyle insan beslenmesinde önemli rol oynamaktadır (Anonim, 2011).

Yoğurt Türkiye’de en fazla bilinen ve en çok tüketilen fermente süt ürünüdür. Bunun başlıca sebebi, yoğurdun soğukta muhafaza edildiğinde uzun süre depolanabilmesi ve pH değerinin düşük olmasından dolayı içerisinde patojen mikroorganizmaların canlılıklarını uzun süre sürdürememeleridir (Anonim, 2011).

Ülkemizde yoğurt geleneksel beslenme alışkanlıklarımızın önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Birçok yöremizde ana yemeğin bir parçası olan yoğurt aynı zamanda tatlı olarak (meyveli yoğurt) yemek sonrasında tüketilmekte ya da sulandırılarak ayran olarak tüketilmektedir. Türkiye’deki süt üretimi 2019 yılında bir önceki yıla göre % 3,8 artarak, 22,960,379 ton olarak hesaplanmıştır. Bu 22,9 milyon ton olan toplam üretimin %90,5’ünü inek sütü oluşturmaktadır.

Ülkemizde tüketiminin yaygın olmasından dolayı, sanayiye aktarılan inek sütünün, içme sütünden sonra en çok işlendiği ürün olan yoğurt ve ayran üretim

miktarları her yıl artış göstermektedir. Yoğurt üretimin 2020 yılında azalarak 1,13 milyon ton olmuştur. Özellikle yaz aylarında üretiminde artış görülen ayran ise 2020 yılındaki toplam üretim miktarı bir önceki yıla göre % 15,8 azalarak 587 bin ton olmuştur. 2019 yılı kişi başına yoğurt tüketimi 29,5 kg iken ayran tüketimi 18,1 kg olarak hesaplanmıştır (Anonim, 2020).

2.2 Konjuge Linoleik Asit (KLA)

Yağlar yağ asitleri, bunların türevleri ve biyosentetik ve fonksiyonel olarak bunlarla alakalı olan maddeler olarak tanımlanabilirler. Bu bileşikler mikroorganizmaların, bitkilerin, hayvanların ve böceklerin dokularında bulunabilirler ve fosfolipidler, kolesterol ve triaçilgliserol gibi yaşam için önemli olan bileşikler içerirler. Yağların en küçük birimi genellikle çift sayılı karbon atomlarından ve bir tarafında karboksil grubu olan düz zincirli yağ asitleridir. Bu moleküller doymuş (sature edilmiş-çift bağ içermeyen), doymamış- cis (c) ya da trans (t) pozisyonunda tek veya çoklu bağ içeren şekilde bulunabilirler (Hennesy et al., 2016).

Yapısının tanımlanması daha geç bir tarihe gelmesine ve KLA isminin sonradan verilmesine rağmen, KLA'in 1932'lerde bilimsel çalışmalarda adı geçmektedir. KLA hakkındaki ilk rapor süttten elde edilmiştir. 230 nm'deki arttırılmış ultraviyole absorpsiyonun yaz sütündeki ve kış sütündeki değeri değerlendirilmiş ve KLA'in yapısındaki konjuge çifte bağın varlığı gözlemlenmiştir. 1980'lerde ise University of Wisconsin-Madison'de bulunan Dr. Pariza ve arkadaşları mutajen formasyonu ile pişirme sıcaklığı ve zamanı araştırmıştır. Hamburger etindeki yapılan çalışmalarda çok pişmiş etin kansere sebep olabileceğini keşfetmişlerdir. Pariza et al. (1986) arttırılmış pişirme sıcaklığı ve maruziyet süresinin mutajen formasyonunu güçlendirdiğini keşfetmişler ancak bu esnada da mutajenesisi inhibe eden bir bileşik keşfetmişlerdir. Bu olaydan sorumlu bileşik linoleik asidin konjuge olmuş izomeri olarak tanınmlanmış ve bu aside "Konjuge Linoleik Asit" adı verilmiştir (Park, 2014). KLA olarak isimlendirilen bu bileşikler farelerdeki cilt kanseri vakalarında etkili bir inhibitör olarak da rol oynamıştır. Bu yağ asitlerinin kimyasal yapısı daha sonra Ha et al. (1987) tarafından da tanımlanmıştır (Zlatanov et al., 2002).

KLA konjuge çift bağ içeren linoleik asidin pozisyonel ve geometrik izomerlerinin bir karışımıdır. Doğal ürünlerde bulunan KLA'in en önemli izomeri *cis-9, trans-11* pozisyonlarında çift bağ olan ve biyolojik olarak aktif olduğu düşünülen Rumenik Asit (RA)'tir. Süt yağı KLA'nın en büyük diyetel kaynağı olarak görölmektedir. Bu kaynağın ise toplam izomerlerin %80-90 arasındaki miktarını *cis-9, trans-11* izomeri oluşturmaktadır (Serafeimidou et al., 2012).

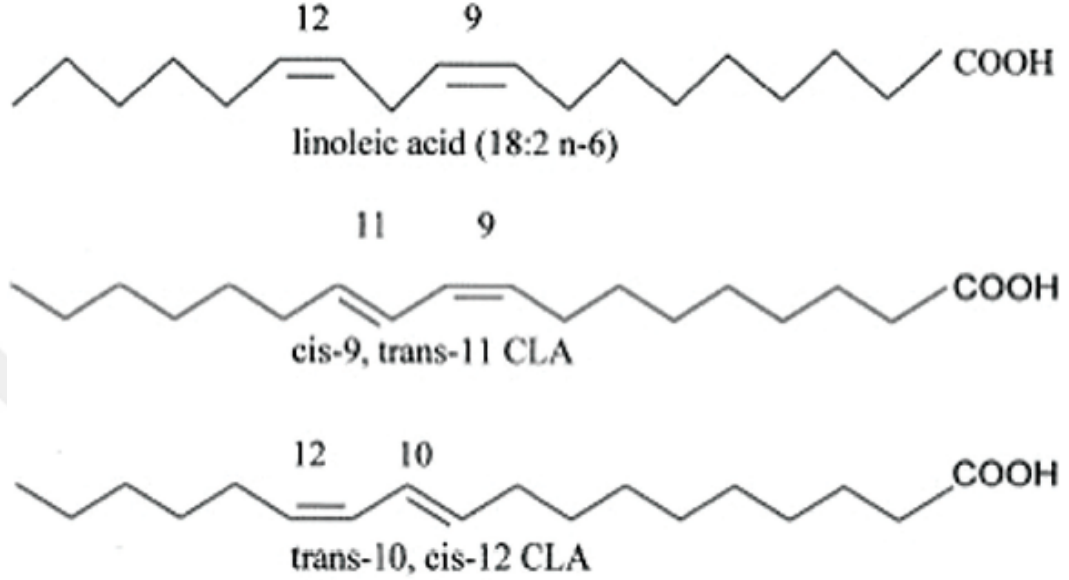
KLA'in antikanserojen etkisinin Pariza et al. (1987) tarafından keşfedilmesinden sonra KLA büyük önem kazanmış, o tarihten günümüze kadar gerek deney hayvanları gerekse insanlar üzerinde yürütölen çalışmalar sonucu KLA'in insan sağığı üzerindeki faydalı pek çok etkisi bulunmuştur. KLA'in insan sağığı üzerindeki faydalarının, izomerlerinin her birinin ya da bir kaçının ayrı veya ortak etkilerinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Kar, 2009).

Sütteki ortalama KLA miktarı toplam yağ asitlerinin %0,3 ile %0,6'sı arası değışmektedir. KLA'in alımı daha çok geviş getiren hayvanların ürünlerinden tüketilerek ya da bu hayvanlar kaynaklı ürünlerin KLA miktarını arttırarak arttırılabilmektedir ki bu yöntem daha pratiktir (Dhiman et al., 2000). KLA'nın insanlar tarafından normal bir diyetteki tüketimi hayvansal modellerde yapılan çalışmalarda kanseri önlemek için alınması gereken dozdan düşüktür. (Ip et al., 1994) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada vücut ağırlığı bazında % 0,05 ile % 0,5'lik diyetel KLA alımının bazı tümörleri inhibe ettiğı bildirilmiştir.

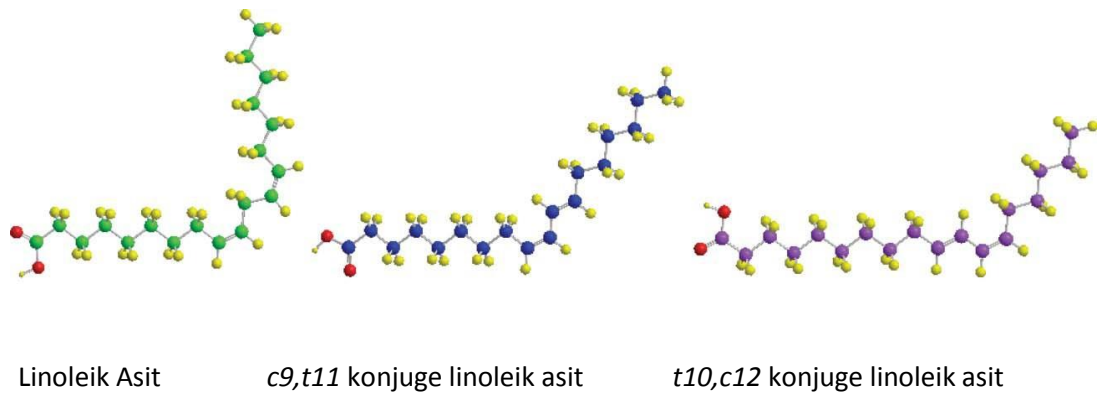
2.2.1 Konjuge linoleik asidin yapısı

Doğal kaynaklı çoklu zincirli doymamış yağ asitleri çoğunlukla izole pozisyonlarda olmak üzere çift bağ içerirler. "Konjuge Linoleik Asit" terimi konjuge pozisyonlarında çift bağ içeren linoleik asidin pozisyonel ve geometrik izomerlerinin oluşturduğu grubu temsil etmektedir. Bu konjugasyon pozisyonu 2,4. karbondan 15,17. karbonlara kadar devam etmektedir. Her pozisyonel izomer *cis, trans; trans, cis; cis, cis; ya da trans, trans* olmak üzere 4 geometrik izomere sahiptir. Yani KLA terimi toplamda 56 olası izomeri temsil edebilmektedir. Bunlar arasında, çeşitli sayıda KLA izomerinin gıdalarda bulunduğı tespit edilmiştir. KLA izomerinin en önemli kaynaklarından biri olan süt yağında, çift bağların pozisyonları 6,8 den 13,15 e kadar uzanabilir. Dolayısıyla KLA terimi toplam

olarak 32 izomeri içerebilmektedir. Gıdalarda bulunan baskın izomerler *cis*-9,*trans*-11 ve daha az miktarlarda olmak üzere *trans*-10,*cis*-12 ile *trans*-7,*cis*-9'dur. Buna karşılık fonksiyonel gıdalarda kullanılan ticari KLA preparatlarında ise bu iki enansiyomer eşit miktarlarda bulunmaktadır (Csapo and Varga-Visi, 2015).



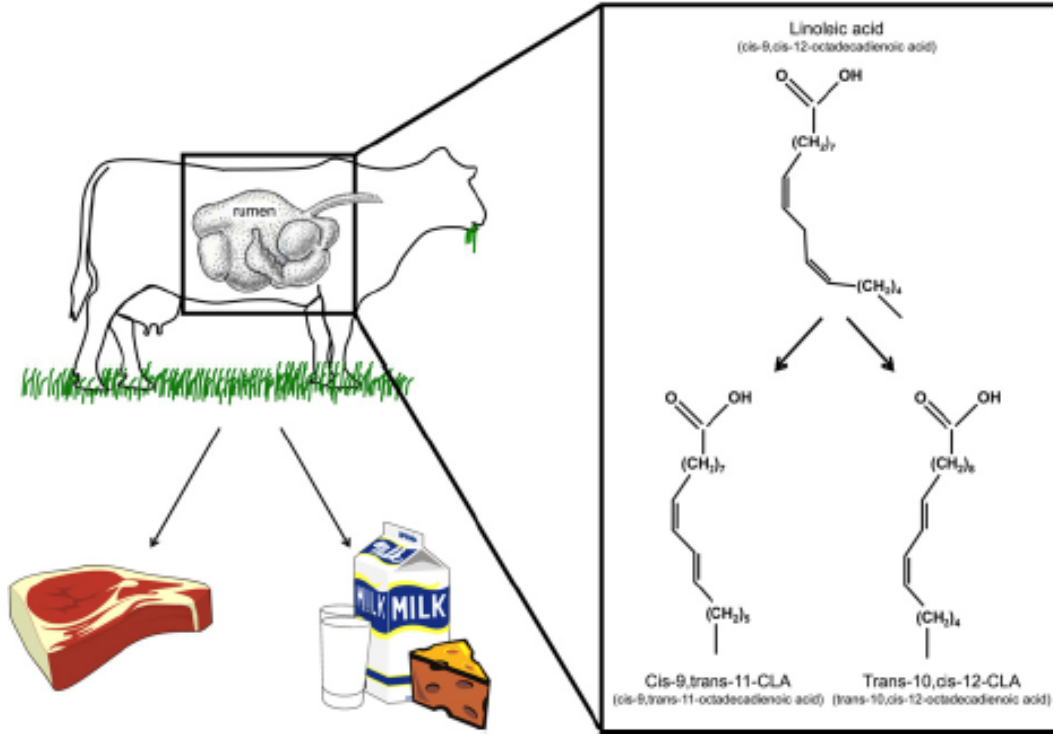
Şekil 2.1 Linoleik asit ve izomerleri (Evans ve ark., 2002)



Şekil 2.2 Linoleik asidin kimyasal yapısı ve onun iki izomeri olan, *c9,t11* ve *t10,c12* konjuge linoleik asitler (Shokryazdan et al., 2017)

2.2.2 Konjuge linoleik asidin biyosentezi

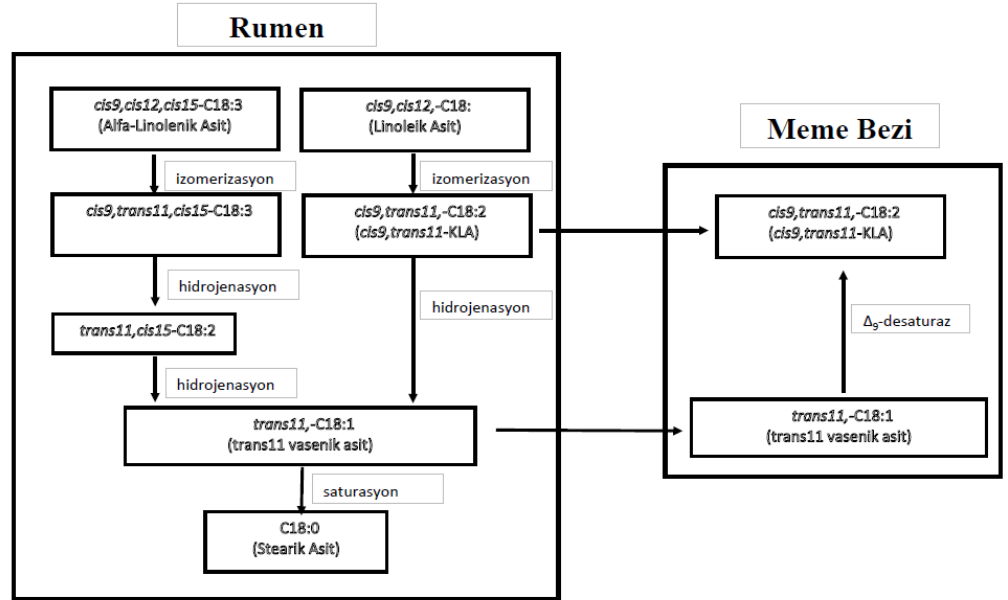
Doğadaki KLA oluşumunun en önemli yollarından birisi çoklu doymamış zincirli yağ asitlerinin biyohidrojenasyonudur. Bu bakteriyel enzimatik proses çoğunlukla rumende gerçekleştirilmektedir ancak geviş getirmeyenlerin sindirim sistemlerinde bulunan bakterilerin de belli bir seviyeye kadar doymamış yağ asitlerinin KLA'e çevrilmesinden sorumlu tutulabildiği gözlemlenmektedir.



Şekil 2.3 KLA kaynakları ve yapısı (MacRedmond and Dorscheid, 2011)

İlk keşfedilen KLA öncülü linoleik asittir (cis-9,cis-12 18:2). Linoleik asitteki çift bağdaki karboksil grupları cis-12,trans-11 izomeraz vasıtasıyla yer değiştirir ve ortaya çıkan rumenik asit (cis-9,trans-11 KLA) *Butyrivibrio fibrisolvens* mikroorganizmasının redüktazı ile hidrojenasyona uğrar ve vassenik asit (VA) (trans-11 18:1) oluşur. Bu adımlar göreceli olarak oldukça hızlı bir biçimde gerçekleşirken, vassenik asidin stearik aside hidrojenasyonu ise daha farklı

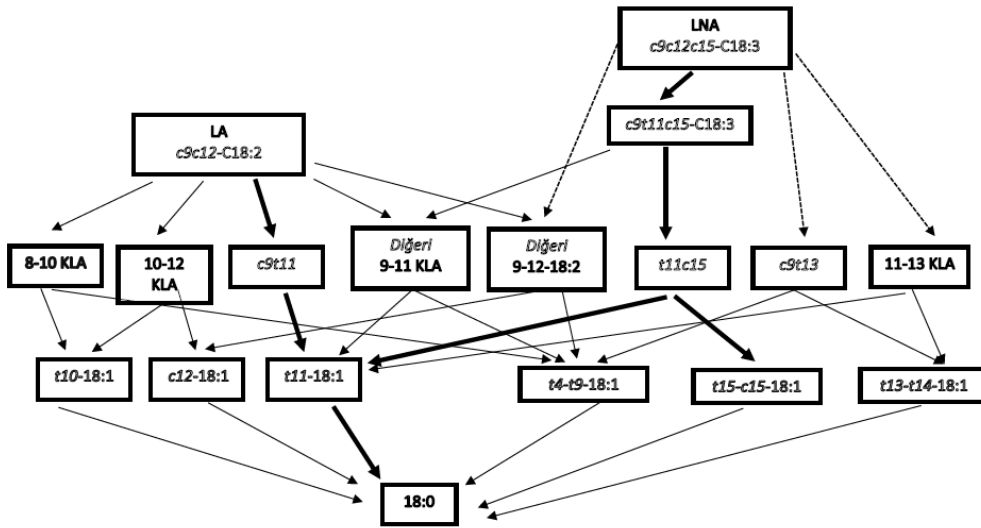
organizma gruplarını içerdiği için nispeten daha yavaş bir şekilde gerçekleşir. Vasenik asidin bozunması hız sınırlayıcı adım olmasından dolayı, bu ara ürün rumende birikir ve dokular tarafından absorpsiyonu sonucu *cis-9,trans-11* KLA'nın endojen olarak meme dokusunda Δ^9 -desaturaz tarafından sentezlenmesinde öncül rolü oynar ve KLA'e dönüştürülür. İnek sütünde bulunan *cis-9,trans-11* KLA'nın büyük çoğunluğu bu metabolik yol ile sentezlenir. Bu sentezleme meme dokusunda olup rumende olmamaktadır. Aynı zamanda, KLA-gene vasenik asitten- kastaki yağ dokusunda hem geniş getiren hayvanlarda hem de getirmeyenlerde sentezlenebilir.



Şekil 2.4 *cis9, trans11* konjuge linoleik asidin biyosentezi (Wang and Lee, 2015)

α -linolenik asit prekürsöründen (*cis-9,cis-12,cis-15* 18:3) KLA oluşumunun metabolik yolu tam olarak açıklanamamıştır. Önerilen bir yol *cis-12,trans-11* izomerazın aynı zamanda rumende α -linolenik asit üzerinde de etkili olabileceğidir.

Bu ilk adım rumendeki mikroorganizmalar vasıtasıyla konjuge bir dienin KLnA (*cis*-9,*trans*-11,*cis*-15 KLnA) oluşumuyla son bulur. Daha sonraki reaksiyonlar ise *cis*-9,*trans*-11 KLA yerine *trans*-11,*cis*-15 18:2 oluşumuna sebebiyet verir. Bu yağ asidinin *trans*-11,*cis*-13 KLA için bir öncül olabileceği varsayılmaktadır. Ancak çift bağların yer değişiminin gerçek mekanizması henüz yeterli derecede açık değildir. Süt yağındaki *cis*-9,*trans*-11,*trans*-13 KLnA ve *cis*-9,*trans*-11,*trans*-15 KLnA konjuge linolenik asitlerinin konsantrasyonu, *trans*-11,*trans*-13 KLA ve *trans*-11,*trans*-15 18:2 KLA konstanstrasyonları ile güçlü bir pozitif korelasyon sunmaktadır. Bu sonuçlar da bize süt yağındaki KLnA'nın endojen olarak Δ 9-desaturaz yardımıyla meme dokusunda sentezlendiğini gösterebilmektedir (Csapo and Varga-Visi, 2015).



Şekil 2.5 Linoleik asit (c9c12-C18:2) ve linolenik asidin (c9c12c15-C18:3) ruminal biyohidrojenasyon metabolik yolları (Gorissen et al., 2015)

KLA aynı zamanda insan bağırsağında da sentezlenmektedir. İnsan kalın bağırsağında bulunan bazı bakteri suşlarının (*Lactobacillus*, *Propionibacterium* and *Bifidobacterium* türleri ve bazı *Clostridium* benzeri bakteriler) linoleik asidi metabolize edip KLA ve ileriki aşamalarda *trans*-11 18:1 oluşturduğu laboratuvar

ortamında gözlemlenmiştir. Vasenik asit insan dokularında rumenik asidin (*cis*-9,*trans*-11 KLA) bir öncülü olarak düşünülebilir (Csapo and Varga-Visi, 2015).

Yapılan bir çalışmada buffaloların rumenlerinde bulunan *Bifidobacterium* türlerinin Linoleik Asit'ten KLA ürettikleri gözlemlenmiştir. Buna göre bu suşlar ruminant kaynaklı gıda ürünlerinin besleyici değerlerinin artırılması için probiyotik olarak kullanılabilmesi potansiyeli olduğunu göstermektedir (Jaglan et al., 2019).

Yağ asitlerinin rumendeki biyohidrojenasyonundan sorumlu olun rumen bakterileri iki grupta kategorize edilebilirler ve daha çok KLA üretme kapasitesine sahip olan *Butyrivibrio fibrisolvens* tarafından domine edilmektedir. Ayrıca, *Megasphaera elsdenii* ve *Lactobacillus* türlerinin de linoleik asidi KLA'e dönüştürdüğü gözlemlenmiştir (Jaglan et al., 2019).

Bifidobakteriyel türler Gram-pozitif, spor oluşturmayan, pleomorfik, hareketsiz çubuklar olup, insan ve hayvanların gastrointestinal sistemlerinin normal florasının bir parçasıdır ve ticari olarak fonksiyonel gıdalarda probiyotik olarak kullanılmaktadırlar. *Bifidobakterilerin* birçok geviş getiren hayvanın sisteminde bulunmasına rağmen rumen orjinli suşların KLA üretme kapasiteleri bildiğimiz kadarıyla rapor edilmemiştir (Jaglan et al., 2019)

Tespit edilen suşlar çoğunlukla *B. thermophilum* ve *B. pseudolongum* türlerine ait olup çoğunlukla *cis*-9, *trans*-11 KLA izomerini üretmektedirler (Jaglan et al., 2019).

KLA rumendeki *Butyrivibrio fibrisolvens* ve muhtemelen diğer birkaç türün linoleik asidin biyohidrojenasyonunuyla ürettiği bir ara üründür (Dhiman et al., 1999).

Bazı rumen kaynaklı bakterilerin diyetle alınan linoleik asitten KLA üretmesine ilaveten gıdaların fermantasyonunda kullanılan bazı kültürler de c9,t11 tipli KLA üretme kapasitesine sahiptirler. Süt ürünleri endüstrisinde kullanılan bazı starter kültürlerin de KLA üretebildiği gözlemlenmiştir. Laktik asit fermantasyonu

esnasında *Propionibacterium*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus* ve *Bifidobacterium* gibi türlerin de bu yetkinliğe sahip oldukları gözlemlenmiştir (Prandini et al., 2007).

Mikrobiyal fermentasyon yolu ile üretilen süt ürünlerindeki KLA miktarı biyohidrojenasyon yolundaki izomeraz ve redüktaz reaksiyonları vasıtasıyla arttırılabileceği bildirilmiştir (Hur et al., 2017).

Rumendeki KLA izomerleri farklı mekanizmalarla sentezlenmektedir. Rumende üretilen her bir KLA izomerinin oranı , pH, osmotik basınç, ve rumen içeriği gibi rumen ortamındaki parametreleri düzenleyen diyetten önemli bir şekilde etkilenir. Rumen ortamındaki diyet aracılığıyla yapılan değişiklikler bakteriyel popülasyon kaymalarına ve bunu izleyen fermentasyon son ürünleri paternlerinin değişimine sebep olmaktadır. Dolayısıyla, ruminant ürünlerdeki *cis*-9, *trans*-11 KLA miktarı rumen ortamının diyetle aracılığıyla değişimi vasıtasıyla düzenlenebilir (Wang and Lee, 2015).

KLA oluşumu ortamın ideal pH'sının ayarlanmasıyla artırılabilir. Dolayısıyla KLA üretimi için laktik asit bakterileri ve ruminal bakterilerin fermentasyonu için uygun pH değerleri 5 ve 7 olarak belirtilmiştir (Hur et al., 2017).

Bakterilerin neden linoleik asidi KLA'e dönüştürdüğü henüz anlaşılamamıştır. Bu yüzden yüksek miktarda KLA üreten özellikle *Bifidobacterium breve* ve *Bifidobacterium dentium* gibi *Bifidobacterium* suşları arasındaki KLA üretimi açısından olan farklılıkların olması henüz tam olarak açıklanamamıştır. Serbest linoleik asidin KLA'e dönüşümü bakteriler için bir detoksifikasyon mekanizması olarak da düşünülmektedir (Hur et al., 2017).

2.2.3 Süt ürünlerinde konjuge linoleik asit varlığı

Yapılan çeşitli çalışmalarda süt ürünlerindeki KLA miktarının İsveçte 4,6 ila 7,1 mg/g yağ arasında, Amerikada 3,6 ila 7,0 mg/g yağ arasında ve Almanyada ise 4,0 ila 11,7 mg/g yağ arasında değiştiği bulunmuştur. KLA miktarlarındaki

farklılıklarında görülen sapmaların işlenmemiş ürünlerinde daha az olduğu gözlenmektedir (Csapo and Varga-Visi, 2015). Yoğurt özelinde baktığımızda ise Lin et al. (1995) tarafından yürütülen bir çalışmada $3,82 \pm 0,13$ mg/g yağ bulunmuş, Prandini et al. (2007) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise toplam KLA miktarı $4,29 \pm 1,33$ mg/g yağ olarak tespit edilmiştir.

Süt ürünlerinde yağ asitleri kompozisyonu oldukça değişiklik göstermektedir. Özellikle KLA 2-37 mg/g yağ arasında değişiklik gösterir. Bu değişikliğin çeşitli sebepleri arasında çevresel faktörler, tarım işleme yöntemleri ve hayvanla ilgili fizyolojik faktörler ön plana çıkmaktadırlar. Bu yüksek miktardaki değişkenlik en çok çevresel faktörlerden kaynaklanmakta olup bunlar arasında coğrafi orijin, mevsim ve hayvanın beslenmesi oldukça önem taşımaktadır. Ayrıca değişik fermentasyon kültürlerinin kullanımı, uygulanan ısı işlemler ve olgunlaştırma yöntemleri de son ürünün KLA kompozisyonunu direkt olarak etkilemektedir. Bu yüzden endüstriyel olarak üretilen tüketime hazır süt ürünlerinin KLA kompozisyonu ürünün üretildiği bölgeler arasında, ürünün çeşidi arasında ve markalar arasında farklılık göstermektedir (Nunes et al., 2010). Çizelge 1’de bazı gıdalarda tespit edilen toplam KLA ve izomerlerinin miktarları verilmiştir.

14 Avrupa Birliği ülkesinden alınan 2110 tane süt örneğinin kullanıldığı bir çalışmada KLA miktarları tespit edilmiştir. cis-9,trans-11 KLA izomerinin ortalama değeri yağ asidi metil esterleri (FAME) 7.6 mg/g olarak tespit edilmiş olup değerler 1,3 ve 18,9 mg/g arasında belirtilmiştir (Csapo and Varga-Visi, 2015).

Çizelge 2.1 Bazı gıdalarda bulunan ortalama KLA miktarları (Chin et al., 1992)

GIDA	Toplam KLA (mg/g yağ)	cis-9, trans-11 izomeri (%)
Et		
Taze sığır kıyma	4,3	85
Sığır budu	2,9	79
Sığır kol	3,3	83
Tütsülenmiş sığır sosis	3,8	84
Dana eti	2,7	84
Kuzu eti	5,6	92
Domuz etti	0,6	82
Kanatlı etler		
Tavuk	0,9	84
Hindi	2,5	76
Deniz Ürünleri		
Somon	0,3	TE
Alabalık	0,5	TE
Karides	0,6	TE
Süt Ürünleri		
Homojenize süt	5,5	92
Tereyağı	4,7	88
Krema	4,6	90
Yoğurt	4,8	84
Dondurma	3,6	86
Çedar peyniri	3,6	93
Mozarella peyniri	4,9	95
Bitkisel Yağlar		
Ayçiçeği	0,4	38
Kanola	0,5	44
Mısır	0,2	39

TE: tespit edilemedi

KLA süt ve süt ürünleri, et ve bazı sebze ürünlerinde bulunmaktadır. Hayvansal rnlerdeki KLA miktarı genel olarak bitkisel rnlerdekinden fazladır. Süt rnleri arasında peynirler KLA miktarı açısından önemli rol oynamaktadır. Bu rnlerdeki KLA miktarı 3 mg/g'den 9 mg/g yağa kadar değişebilmektedir (Serafeimidou et al., 2012).

Yapılan bir çalışmada inek sütünde 2,5-17,7 mg/g yağ arasında KLA bulunmuş olup bu miktarın uygun bir beslenme düzeni ile artırılabilceği ne srlmştır (Dhiman et al., 1999).

Süt ve süt ürünlerinin yağ asidi kompozisyonlarına etki eden diyet, emzirme dönemi, mevsim, hayvanın türü, üretilen ürünün depolanması gibi birçok faktör olabilmektedir. Örneğin inek, koyun ve keçi sütünden üretilen yoğurdun sırasıyla 0.128-1.501; 0.405-1.250 ve 0.433-0.976 (g KLA/100 g yağ) aralıklarında değişen miktarlarda KLA'ya sahip olduğu saptanmıştır (Sumarmono et al., 2015).

Peynir ve dondurma gibi süt rnleri KLA açısından zengin kaynaklardır. Örneğin doğal peynirler yağın gramı başına 2,9 ila 7,1 mg KLA içerirken, işlenmiş peynirlerde bu oran ortalama olarak 5 mg KLA/g olmaktadır. Süt yağı ise sadece keni başına 5,5 mg KLA içermektedir (Amer, 2017).

Yapılan birçok çalışma fermente süt ürünlerinin fermente olmayan süt ürünlerine göre daha fazla KLA içerdiğini göstermiştir. Ticari olarak üretilen fermente süt rnlerindeki KLA miktarları üzerine ise yeterli miktarda veri bulunmamaktadır (Trigueros and Sendra, 2015).

2.2.4 Süt rnlerindeki konjuge linoleik asit miktarına etki eden faktörler

KLA'in süt ve süt ürünlerindeki varlığına en çok etki eden faktör KLA oluşumuna substrat sağladığından dolayı hayvanın beslenme koşullarıdır. Doymamış yağ asidi öncüllerinin alımı yanında enerji değerleri ve lif miktarı gibi beslenme öğelerinin diğer karakteristikleri (günlük yemleme sayısı ve yağ kaynağının serbest ya da bütün veya parçalanmış tohumlar şeklinde olup olmaması) de önemli olmaktadır. KLA oluşum mekanizması nedeniyle, ana hedef grup olarak

KLA öncülleriyle yapılan beslenme rumende önemli miktarda KLA oluşumuna sebebiyet verdiği için geniş getiren hayvanlar ana hedef grup olarak bilinmektedir. Buna karşılık monogastrik hayvanların ürünleri, $\Delta 9$ -desaturaz reaksiyonunun aynı zamanda geniş getirmeyenlerde de oluşmasından dolayı, eğer yem KLA ya da vassenik asit içermekteyse KLA açısından verimli bir şekilde zenginleştirilebilir. Bu yem katkıları yağlı tohumlar veya bitkisel yağlardan daha pahalı olduğu için, direkt olarak yeme KLA eklenmesiyle elde edilen KLA ile zenginleştirilmiş et üretimi ekonomik açıdan sorgulanabilir (Csapo and Varga-Visi, 2015).

Bazı bakteri suşları fermentasyon esnasında büyüme ve metabolizmalarının sonucu olarak sütün yağ asidi profilini değiştirebilme özelliğine sahiptirler. Bu fonksiyonel yağ asitleri arasında KLA öne çıkmaktadır. ALA ve KLA gibi çoklu doymamış zincirli yağ asitlerinin sadece bir miktar *Lactobacillus* türlerinin bağırsak mukozasına tutunmasını sağlamakla kalmayıp, ayrıca bağırsak inflamasyonunun semptomlarının da hafifletilmesini sağlamaktadır.

Gerçekleştirilen çeşitli çalışmalar fermente olacak süte eklenen bazı ingredientler sayesinde KLA miktarı artırılabilceğini göstermektedir (Santo et al., 2012). Oliviera et al. (2009) maltodekstrin, oligofruktoz ve polidekstroz gibi polisakkaritler kullanarak elde ettiği fermente sütlerdeki KLA miktarını değerlendirmiş ve bu ürünlerin KLA miktarını arttırdığını göstermiştir. Espirito Santo et al. (2010) ise *S. thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *B. lactis* B104 or B94 strains suşları ile üretilen yoğurtlara açai pulpu ekleyerek PUFA ve KLA miktarlarını arttırmayı hedeflemiştir. Aynı şekilde Xu et al. (2005) % 0,1'lik linoleik asidin bazı probiyotik suşlar ilaveli yoğurtlarda KLA miktarının önemli bir şekilde arttığını gözlemlemiştir. Ancak normal starter kültür ile üretilen yoğurtlarda bir değişim gözlemlenmemiştir.

Sütün KLA miktarında kış ve yaz ayları arasında sapmalar gözlemlenmiştir. Bu farklılıklar kışın kapalı ortamda beslenme, yazın ise pastoral beslenme gibi farklılıklardan kaynaklı olarak düşünülmektedir. Konsantre bazlı yemden pastoral beslenmeye geçişte sütün KLA miktarının arttığı gözlenmiştir. Bu durumun sebebi olarak ise taze yeşil yemlerden gelen çoklu doymamış zincirli yağ asidi (PUFA)

miktarının, özellikle rumende trans-11 18:1 izomerinin prekürsörü olan α -linolenik asit miktarının artması gösterilmektedir (Csapo and Varga-Visi, 2015).

Yapılan çalışmalar *Lactobacilli*, *Bifidobacteria* ve *Propionibacteria* türlerinin de linoleik asitten KLA üretebildiğini göstermiştir. Yapılan bir çalışmada ortama ayçiçek yağı eklenmesinin süt ürünlerinde laktik asit bakterilerinin oluşturduğu KLA miktarını arttırmasına neden olduğu belirlenmiştir (Santo et al., 2010).

Süt ürünlerindeki KLA miktarı çoğunlukla hayvanın içinde bulunduğu coğrafyaya, mevsimsel değişimlere ve hayvanların otla beslenmesine, ürün bazında ise sütteki başlangıç miktarına, starter kültürün çeşidine, üretim ve olgunlaştırma proseslerine bağlıdır (Serafeimidou et al., 2012).

Hayvan diyetindeki modifikasyonlar doymuş yağ asidi miktarını önemli derecede düşürmekte ve biyoaktif bileşenlerin miktarını (KLA, omega-3 yağ asitleri vb. ise arttırmaktadır. Koyunlarda KLA miktarını arttırmak için en etkili stratejiler arasında yemlerin linoleik veya linolenik asitlerce zenginleştirilmiş farklı yağlar ve yağlı tohumlarla desteklenmesi bulunmaktadır. Ancak proses şartlarının, depolama koşullarının ve olgunlaştırmanın çeşitli süt ürünlerinde KLA miktarının artmasında nasıl bir etkileri olduğu tam olarak açık değildir (Serafeimidou et al., 2013).

Buna rağmen sütteki KLA konsantrasyonunu etkileyen en önemli faktör beslenmedir. En yüksek konsantrasyonlu KLA seviyeleri taze otlarla beslenen ya da çoklu doymamış zincirli yağ asitleri içeren bitkisel yağlarla zenginleştirilmiş diyetlerdir (Prandini et al., 2007).

Yakın zamanda Dhiman et al. (1999) otlayan ineklerin bire bir yem ve tahıl oranıyla beslenen hayvanlara göre KLA konsantrasyonun 5,7 kat daha fazla olduğu gözlemlenmiştir (22,1' e 3,9 mg KLA/g yağ asidi). Devamında gelen çalışmalarda, diyetlerinde serbest yağların (linoleik ve linolenik asitlerce yüksek miktarda) olduğu süt ineklerinde KLA miktarının arttığı gözlemlenmiştir. Serbest yağlar rumendeki mikrobiyal aktivite üzerinde inhibitör etki yaptığı için normalde diyetle dahil edilmemektedirler. Bozulmamış formdaki tohumlardaki diyetsetel

yağlarla karşılaştırıldığında süt yağındaki KLA miktarı değişmemektedir (Dhiman et al., 1999).

Yapılan bir çalışmada kontrol grubundaki ineklerle karşılaştırıldığında süt ve peynirdeki KLA miktarı tam yağlı presten çekilmiş soya fasulyesi (ESB) desteğiyle %109, tam yağlı presten çekilmiş pamuk tohumu (ECS) desteğiyle ise %77 artmıştır. Dolayısıyla süt ve peynirdeki KLA miktarı tam yağlı ESB ve ECS ilavesiyle artırılabilir (Dhiman et al., 1999).

Yağların rumendeki biyohidrojenasyonu yağ asidi substratı, yem/tahıl oranı ve ruminant hayvanların diyetlerindeki nitrojen miktarından etkilenmektedir (Dhiman et al., 1999).

Koyun sütünün yağ asidi profili koyunun ırkı, süt verme yaşı, süt verme süresi ve beslenme koşullarına bağlıdır. Sütteki serbest yağ asitlerinin seviyelerini belirleyen en önemli faktör beslenmedir. Ruminant hayvanların sütündeki çoklu doymamış zincirli yağ asitlerinin ve tekli doymamış zincirli yağ asitlerini seviyelerini arttırmak (KLA'de dahil olmak üzere) için birçok yemleme stratejisi bulunmaktadır. Bunlar arasında yemleri bitkisel yağlar ve tohumlarla, alg veya balık yağı desteklemek olduğu gibi, otlama şekline yemlenmesi de olabilmektedir. Yapılan bir çalışmada süt veren koyunlar otlama şeklinde beslendiğinde, üretilen sütteki PUFA ve MUFA miktarları geleneksel hububat bazlı konsantre beslenmeyle elde edilen miktarlardan daha yüksek olarak bulunmuştur (Govari et al., 2020).

Yapılan bir çalışmada kontrol grubuyla karşılaştırıldığında KLA takviyesi ile beslenen ineklerdeki süt yağı globüllerinin (MFG) büyüklüğü daha az olarak gözlemlenmiştir. Ancak bunların spesifik yüzel alanları daha fazladır. KLA ilavesi süt yağındaki fosfatidilkolin ve fosfatidiletanolamin miktarlarını azaltmıştır (Zhang et al., 2020).

Süt ineklerini preslenmiş keten tohumu yemiyle beslemenin süt yağının yağ asidi profilinde faydalı etkileri bulunurken; ALA, KLA ve stearik asidin diğer asitlere oranında artış, omega-6/omega-3 oranında ve toplam doymuş yağ miktarında azalma gözlemlenmiştir (Amer, 2017).

Fermente süt rnlerindeki KLA oluşunu bakteriyel suş, bakteri miktarı, optimal substrat konsantrasyonu ve nötral pH'taki inkübasyon periyodu gibi faktörlerinden etkilenebilmektedir. KLA miktarındaki farklılık ise emzirme aşaması, hayvan ırkı gibi faktörlerden etkilenir. (Yang et al., 2015).

Yine başka bir çalışmada ise KLA miktarının içsel (hayvanın tipi, genotipi, emzirme ve gebelik aşamaları) ve dışsal (beslenme ve çevresel) faktörlere bağlı olduğu belirtilmiştir. En yüksek KLA seviyeleri hayvanların otlatılması veya PUFA açısından zengin bitkisel yağlarla desteklenmiş diyetlerle elde edilmiştir (Contarini et al., 2009).

Peyniraltı suyu proteinleri ya da kurutulmuş süt tozu ilavesinin işlenmiş peynirde ve yağsız yoğurtta KLA miktarını arttırdığı gözlemlenmiştir. Eklenen proteinler biyohidrojenasyon metabolik yolunun ilk aşamasında izomerizasyon reaksiyonlarını gerçekleştirmek ve linoleik asidin oksidasyon radikallerinin KLA'ya dönüşümü esnasında hidrojen donörleri olarak işlem görmektedirler. Yapılan bir çalışmada ise doğal peynirde KLA'i arttıran tek adımın ısıl işlem olduğu ortaya konmuştur. zet olarak ısıl işlem ve peyniraltı suyu proteini ilavesi gibi proses teknolojilerinin peynirde KLA miktarının artmasında rol oynadığı rapor edilmiştir (Akalin and Tokuşoğlu, 2010).

Dhiman et al. (2000) otlanan hayvanlardaki KLA miktarının tahıl ile beslenen hayvanlarınkinden daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Tam yağlı preslenmiş soya, pamuk tohumu ve ayçiçek yağının KLA miktarlarını arttırdığı gözlemlenmiştir.

2.2.5 Konjuge linoleik asidin sağlık üzerine etkileri

KLA'in ilk keşfedilmesinden bu yana deri, mide, meme ve kolon kanseri gibi çeşitli kanserleri azaltması üzerine birçok rapor yayınlanmıştır. KLA antiateroskleroz, antidiyabetik, bağışıklık sistemi düzenleyicisi, kemik kompozisyonu, vücut yağı azaltımı, antiinflamatuvar ve kanser önleyici gibi özellikleri bulunmaktadır. Bu bulgular ışığında, KLA'nın sağlık arttırıcı özelliklerini ve fonksiyonel gıdalara, hayvan yemlerine ve çeşitli nutrastiklere uygulanabilecek potansiyel uygulamaları içeren oldukça büyük miktarlarda veri toplanmıştır (Lee et al., 2005).

KLA ile ilgili hayvan modelleri ve çeşitli kültüre edilmiş insan hücreleri kullanılarak yapılan çalışmalar sonucunda sağlık üzerine yukarıda bahsedilen faydalı etkilere sahip olduğu bulgulanmıştır. Bu etkilerin araştırılmasına rağmen, etki mekanizmalarının tam olarak nasıl çalıştığı yönünde tartışmaya açık sonuçlar bulunmaktadır. Bu sonuçlar hayvan türlerine, doza ve deneylerin süresine bağlı olabilmektedir. Bu yüzden daha ileri seviyede araştırma gerektirmektedirler (Fuke and Nornberg, 2016).

Sağlık ile ilgili olumlu etkilerin biyolojik olarak aktif olan *cis-9,trans-11-18:2* (c9t11-18:2) ve *trans-10, cis-12-18:2* (t10c12-18:2) izomerlerinin tüketimine bağlı olduğu bildirilmiştir (Yang et al., 2015).

KLA'nın sağlık üzerine etkileri izomer spesifiktir ve rumenik asit adıyla da bilinen *cis-9, trans-11*'in antikanserojen olarak en etkili izomer olduğu keşfedilmiştir. Buna karşılık *trans-10, cis-12* izomeri ise daha çok lipid metabolizmasıyla ilgili etkilere sahip olmaktadır. Bu yüzden süt ürünlerindeki KLA izomer dağılımlarının belirlenmesi insan sağlığı açısından önemli bir olgu olarak belirtilmektedir (Nunes et al., 2010).

KLA'nın antikanserojenik özelliğinden rumenik asit sorumlu olmakla beraber, aynı zamanda damar tıkanıklığını önleyici özelliği de bulunmaktadır. C18:2 *cis-10, trans-12* izomerinin ise kilo kaybı ve kas kütlesi artımı gibi etkileri olduğu gözlemlenmiştir (Alcalá and Fontecha, 2007).

Yapılan bir çalışmada insanda sağlığa faydalı etkiler gözlenebilmesi için günlük olarak alınması gereken KLA'nın % 80'inin *cis-9,trans-11* izomeri olduğu belirlenmiştir. Bu da yaklaşık olarak 70 kilogram ağırlığındaki bir insan için günlük 3 g olarak belirtilmiştir (Zongo et al., 2021).

Bazı çalışmalarda süt ve süt yağının yüksek miktarlarda tüketiminin düşük göğüs kanseri riskiyle ilişkili olduğu gözlemlenmiştir. 2000 kadınla yapılan ve 8-10 yıl süren bir çalışmada koroner kalp hastalığı vakalarının yüksek miktarda tam yağlı süt ve KLA alımı ile düşürüldüğü ortaya çıkmış ancak yağsız sütte bu etki gözlemlenmemiştir (MacDonald, 2000).

2.2.5.1 Anti-Kanserojen etkisi

KLA'in antikanserojen etkisi farelerde kimyasal olarak başlatılmış meme kanserinde araştırılmıştır. KLA'in meme ve prostat tümörlerinin büyümesini engellediği gözlemlenmiştir. Elde edilen kanıtlar KLA'in kemirgenlerdeki meme tümörlerinin başlangıcını ve oluşum sayısını engellediğini göstermektedir. Serbest yağ asidi-KLA ve trigliserid-KLA'in antikanser aktivitesi bakımından özdeş olduğu anlaşılmıştır. KLA türevli etkinin diyetel yağın miktarı ve çeşidine bakmaksızın olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca bu etkinin doza bağımlı olduğu rapor edilmiştir. Elde edilen bulgular KLA'in antikanserojen etkisinin antikanserojenik etkileri iyi bir şekilde bilinen ve fayda sağlaması için en az %5-10 orana sahip olması gereken n-3 yağ asitlerinden (ekosapentanoik ve dokosaheksanoik) daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Koba and Yanagita, 2014).

Hayvanlarda yapılan çalışmalarda KLA izomerlerinin bir karışımı ile *cis*-9, *trans*-11 veya *trans*-10, *cis*-12 izomerlerinden bir tanesinin 0,05 ile %1(w/w) kimyasal olarak başlatılmış meme tümörlerini, kolon kanserini, geniş getiren hayvanların ön midesinde yeni doku oluşumlarını, inoküle edilmiş kanser hücrelerindeki metastazları önlediği gözlemlenmiştir. Benzer şekilde yapılan *in vitro* çalışmalarda ayrı ayrı her iki izomerin de aynı izomerlerin karışımındaki gibi postat kanser hücreleri, kolon ve göğüs kanseri hücreleri gibi farklılaşmış hücrelerin çoğalmasını önleyici etki gösterdikleri tespit edilmiştir (Yang et al., 2015). Epidemiyolojik veriler göğüs kanserinin en önemli ölüm sebeplerinden birisi olduğunu göstermektedir (Jelińska et al., 2017).

Yapılan bir çalışmada 60 adet 30 günlük dişi Sprague-Dawley fareleri kullanılmıştır. KLA ilavesi %1 ve %2 olarak iki doz halinde verilmiş, sonuçta ise bu farelerin göğüslerindeki tümörlerde azalma gözlemlenmiştir. En düşük hastalık oranı %2 ile beslenen farelerde görülmüş, bunu da %1 ile beslenenler takip etmiştir. En yüksek tümör başlangıcı ise bitkisel yağla beslenenlerde gözlemlenmiştir (Jelińska et al., 2017).

Domagala et al. (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise biyofortifikasyon yöntemiyle KLA izomerleri açısından zenginleştirilen yumurta sarısından elde edilen yağ asidi karışımının insan melanom kanser hücrelerinin

(WM793) gelişimini bahsedilen izomerlerin olmadığı bir karışıma göre %30,5 oranında azalttığı gözlemlenmiştir. Aynı zamanda, test edilen yağ asidi karışımları normal insan fibroblast hücrelerinde herhangi bir etki göstermemiştir. Doğal ürünlerde KLA'nın ve antikanserojenik özelliklerinin keşfedilmesi araştırmacıların çeşitli alanlarda ilgi göstermesini sağlamıştır. KLA'nın kanser önleyici özelliği üzerine birçok araştırma yapılmıştır. KLA'nın kanser önleyici özelliği anti-inflamatuvar, anti-metastatik, antiproliferatif gibi çeşitli mekanizmalar içerebilir ve bu mekanizmalar tümör destekleyicilerini ve tümör gelişimi engelleme şeklinde etki gösterirler (Lee et al., 2005).

KLA'nın insanlardaki kanser vakalarının üzerine yapılan çalışmaların sınırlı sayıda olmasına rağmen, bu yaklaşım başta fareler olmak üzere hayvan üzerinde yoğun bir şekilde çalışılmıştır. KLA'nın diyetle birlikte verilmesinin birçok hayvan türünde kimyasal olarak oluşturulmuş meme bezi, deri, kolon, mide gibi tümörleri engellediği gözlemlenmiştir. KLA'nın sıçanların meme bezlerinde ve farelerin midelerinde oluşan kanserler üzerinde tümör oluşumu üzerinde inhibe edici etki göstermektedir. Ayrıca KLA meme bezinde tümör olan farelerdeki akciğerlere metastazını engellemiştir. Ancak, başka bir çalışmada ise fareler %1'lik *cis*-9, *trans*-11 ya da *trans*-10, *cis*-12 izomerleri içeren bir karışımla beslenmiş ve *trans*-10, *cis*-12 izomerinin ince bağırsakta kanser gelişimini desteklediği gözlemlenmiştir (Shokryazdan et al., 2017).

KLA'nın çeşitli kanserlere karşı inhibitör etkilerinin mekanizmaları lipid peroksidasyonu, dokulardaki yağ asidi kompozisyonu, eikosanoid metabolizması ve hücre gelişimi ve ölümünde görev olan genlerin açıklanması ile ilgili oldukları rapor edilmiştir. Bu aksiyon mekanizmalarının KLA'nın tümör oluşturu etkileriyle alakalı olmasından dolayı, farklı tipte tümörler ve farklı tümör gelişimi evreleri olduğu için KLA uygulamasının belirli tipte kanserler için çeşitli organlarda farklı sonuçları olabilecektir. Bunun sonucu olarak, daha önce bahsedilen çalışmalardan gelen sonuçların karşılaştırılması ve sonuçların insanlar için tahmin edilmesi edilmesi zordur ve de uygun değildir. Uygun hayvan modelleriyle insan patojeneziyle paralel olarak yapılacak olan ileriki çalışmalar KLA'nın insandaki kanserlerle ilgili etkilerinin daha doğru değerlendirilmesi için yapılmalıdır (Shokryazdan et al., 2017).

2.2.5.2 Kalp damar hastalıkları üzerine etkisi

Amerikadaki en önemli ölüm sebeplerinden biri kalp-damar hastalıkları olduğundan dolayı KLA'in potansiyel olarak kalp damar rahatsızlıklarını önlemede kullanılması büyük önem kazanmıştır. KLA hakkındaki eski çalışmalardan birinde tavşanlarda ateroskleroza önleyici etkilerini olduğu keşfedilmiştir (Park, 2014).

Lee et al. (1994) tarafından yapılan bir çalışmada tavşanlara günde 0,5g/KLA olacak şekilde aterojenik bir diyetle beslenmiş ve bunun sonucunda kan dolaşımında düşük LDL kolesterolü ve düşük trigliserid konsantrasyonlarını göstermiştir. Ayrıca aortların incelenmesi sonunda plak oluşumunun azaldığı gözlemlenmiştir. Nicolosi et al. (1997) tarafından yapılan bir çalışmada ise hamsterler değişik seviyelerde KLA içeren aterojenik diyetlerde beslenmiş ve dolaşımdaki kolesterolün düşük olduğu sonucuna varmışlardır. Munday et al. (1999) tarafından C57BL/6 tipi fareler kullanılarak yapılan bir çalışmadan elde edilen sonuçlar Lee et al. (1994) ve Nicolosi et al. (1997)'nin elde ettikleri ile çelişmektedir. Munday et al. (1999) tarafından yapılan çalışmada KLA ile beslenen farelerde artmış bir serum HDL kolesterol/toplam kolesterol oranı ve daha düşük serum trigliserid değerleri gözlemlenmiştir. Ancak aortaki yağlı damar yapısının arttığı gözlemlenmiştir. İlginç bir şekilde yakın zamandaki epidemiyolojik bulgular yüksek miktarda tereyağı tüketmenin koroner kalp hastalığı oranını arttırmadığını ortaya koymuş, ancak KLA'ten yoksun olan margarinin kalp hastalıkları riskini arttırdığı belirtilmiştir (Gillman et al., 1997). Bu yüzden KLA'in insanlardaki ateroskleroz açısından faydalı mı yoksa zararlı mı olduğu konusunda karar verebilmek için daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir (McGuire and McGuire, 2000).

Diyetle birlikte alınan KLA'in kalp damar hastalıkları açısından kan parametreleri üzerindeki etkilerini ölçmek için insanlar üzerinde birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Deneylerin birçoğunda kanda KLA tarafından düşük yoğunluklu lipoprotein, triaçilgliserol ve kolesterol miktarlarında değişiklik gözlemlenmemiş, bazı çalışmalarda ise KLA alımının bir negatif sağlık etkisi olarak yüksek yoğunluklu lipoproteini azalttığı gözlemlenmiştir. Kemirgenlerde KLA kan değerlerinde üzerinde serum kolesterol ve triaçilgliserol

konsantrasyonlarını azaltarak pozitif bir etki göstermiştir (Csapo and Varga-Visi, 2015).

Rumenik aside atfedilen anti-atetosklerozik özelliklerin birçoğunun peroksizom proliferatörle aktive olan reseptör α (PPAR α)’dan ve stearyl-CoA desaturaz, siklooksijenaz (COX) ve yağ asidi sentez ekspresyonu ve aktivitesi yoluyla sterol düzenleyici element bağlayan protein 1c’den gelmektedir (Hennessy et al., 2007).

2.2.5.3 Anti diyabetik etkisi

KLA’in glukoz metabolizmasını normalize edebildiği konusunda çalışmalar bulunmaktadır. Diyetlerinde %1,5 KLA bulunan obez ve diyabetik farelerde yapılan çalışmalarda bozulan glukoz toleransının 2 haftada düzeldiği gözlemlenmiştir (Koba and Yanagita, 2014).

Elde edilen bulgular *trans-10*, *cis-12-18:2* izomerinin vücut ağırlığındaki değişim konusunda tip-2 diyabete sahip kişilerde etkili olan biyoaktif KLA izomeri olduğunu göstermektedir. Vücut yağı düşürücü etkisiyle birlikte *trans-10*, *cis-12-18:2* izomeri insandaki ağırlık kontrolünde etkili olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, KLA’nın kan şekerini kötüleştirdiğini gösteren çalışmalar da mevcuttur. Şeker hastalığı olmayan aşırı kilolu insanlarda KLA insülin direncini arttırmakta ve böylelikle insülin duyarlılığını arttırarak pre-diyabetik bir duruma getirmektedir (Koba and Yanagita, 2014)

Diyetle birlikte alınan KLA’nın insülin duyarlılığını restore ettiği, serum glukozunun ve insülin seviyelerini diyabetik şışman farelerde azalttığı, ZDF farelerde plazma adinopektin seviyelerini arttırdığı ve genç hareketsiz yaşayan insanlarda insülin duyarlılığını arttırdığı gözlemlenmiştir. Ancak aynı zamanda bu etkilerin izomere özgü olabileceği de belirtilmiştir (Yang et al., 2015).

İnsülin duyarlılığı konusunda çifte kör ve randomize olarak 25 obez insanla yapılan bir çalışmada KLA’in insülin duyarlılığını %15 oranında düşürdüğü belirtilmiştir (Riserus et al., 2004). Tip-2 diyabete sahip 32 kişide yapılan başka bir

randomize ve plasebo kontrollü çalışmada ise KLA'nın açlık kan şekeri arttırdığı ve yemek sonrası insülin duyarlılığını azalttığı tespit edilmiştir (Yang et al., 2015).

2.2.5.4 Obezite önleyici etkisi

Obezitenin tip-2 diyabet ve metabolik sendrom gibi diğer kronik hastalıklar için risk faktörü olmasından dolayı, bu hastalıkların meydana gelmesi sürekli bir biçimde artış göstermektedir. Obeziteyi kontrol etmek için aktivitelerin ve diyet alışkanlıklarının modifikasyonu gibi çabalarla birlikte bu obezite salgınının diyet ya da KLA gibi diyetel tamamlayıcılar ile mücadele edilmesi konusunda çalışmalar bulunmaktadır (Park, 2014).

Fare, sıçan ve domuzlarda yapılan ve KLA'nın antiobez ve hipolipidemik etki göstermiş olduğu birçok çalışma bulunmaktadır. Burada KLA'nın vücut yağı düşürücü etkisi insan olmayan varlıklarda gözlemlenmiştir ve ayrıca sonuçlar tam olarak anlaşılır olmayabilmektedir (Koba and Yanagita, 2014).

KLA'nın obezite karşıtı ve hipolipidemik etkileri c9, t11 izomerinden çok t10, c12 izomerine bağlanmaktadır. Buradaki mekanizmalar kompleks olup şu an için tam olarak anlaşılmamış durumdadır. Diyetle birlikte alınan t10, c12 izomerinin obez OLETF sıçanlarında hepatik trigliserid ve kolesterol konsantrasyonlarını düşürdüğü ve bunun yağ asidi sentez (FAS) ın ve mRNA'daki sterol düzenleyici element bağlayıcı protein 1 (SREBP 1)'i azalttığı gözlemlenmiştir (Koba and Yanagita, 2014).

Klinik çalışmalarda, diyetteki KLA takviyelerinin özellik karın bölgesindeki yağları azalttığı, serum toplam lipidlerinin değiştirdiği ve vücut glikoz alımını azalttığı gözlemlenmiştir. Ancak insanlarda elde edilen sonuçlar her zaman net olarak bulunmamıştır (Koba and Yanagita, 2014).

Yapılan bir çalışmada obez ve aşırı şişman kişilerde vücut yağı azalması için %75 saflıkta; *cis-9*, *trans-11* ve *trans-10*, *cis-12* izomerlerinin 1:1 karışım oranına sahip KLA'nın 3 ay boyunca günde 3,4 mg olacak şekilde gerekli olduğu tespit edilmiştir (Blankson et al., 2000).

Gaulliet et al. (2004) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada bir yıl boyunca günde 3.4 g trigliserit formunda olmak üzere sağlanan KLA takviyesinin kilolu insanlarda vücut yağı azaltımını sağladığını gözlemlemişlerdir.

KLA'in vücut yağı azaltıcı potansiyeli soya proteini, susam yağından elde edilen sesamin ve krom pikolinat kombinasyonu ile arttırılabileceği yapılan bir çalışmayla ortaya konulmuştur (Koba and Yanagita, 2014).

trans-12, *cis-10* takviyesi fare, sıçan hamster, domuz ve hatta insanlarda vücut yağı azaltımında başarılı olduğu görülmüş ancak KLA'nın yağsız vücut kütlesine herhangi bir etkisinin olmadığı kaydedilmiştir (Yang et al., 2015).

%0.5 KLA ile beslenme sonrasında vücut yağında %40 ila %80 azalma görülen fareler KLA takviyesine karşı en duyarlı canlılar olarak gözlenmektedir. KLA'in uzun süreli takviyesi sonucunda deride hızlı bir şekilde yaşlanma hastalığı olan lipidostrofiye sebebiyet vermiş ve kahverengi adipoz dokunun tamamen kaybolması, leptin seviyelerinin azalması, karaciğerde yağ birikiminin artması ve insülin direncinin gelişmesine sebebiyet vermiştir (Yang et al., 2015).

KLA'in vücut yağı düşürücü etkisi üzerine insanlarda yapılan çalışmalar ise değişken sonuçlar vermiştir. Sağlıklı ve spor yapan kişilere günde 1.8 g KLA ve obez ve aşırı şişman kişilere günde 1.7-6.8 g KLA 12 hafta boyunca verilmiş, vücut ağırlığı azalmadan her iki grupta da %4'lük bir vücut yağı azalması gözlemlenmiştir (Blankson et al., 2000; Thom et al, 2001).

Yapılan bir diğer çalışmada KLA'in vücut ağırlığı, leptin ve adipoz dokuyu azalttığı görülmüştür (Smedman & Vessby, 2001; Thom et al., 2001). Atkinson (1999) obez gönüllülerden oluşan ve uzun dönemdeki etkilerini elemek amacıyla yapılan çalışmada bu gönüllülere günde 2.7 g KLA vermiş ve çalışma sonunda vücut ağırlığında 2.5 kg azalma ve yağ miktarında da 1 kg azalma gözlemlenmiştir.

Benzer bir şekilde Mougios et al. (2001) 4 hafta boyunca günde 0.7 g KLA uygulanan bir çalışmada sonraki 4 haftada yağ miktarında azalma tespit edilmiştir. Aynı şekilde Riserus et al. (2001) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada günde

4.2 g KLA takviyesi ile yapılan bir çalışmada orta yaşlı obez insanların bel çevrelerinde önemli miktarda azalma tespit edilmiştir (Yang et al., 2015).

KLA'ten vücut kompozisyonun kontrolünde de yararlanılmaktadır. Çinli yetişkinlerle yapılan çifte kör, randomize ve plasebo kontrollü yaşları 18 ila 45 arasında değişen ve % 37.9'u erkek olan bir çalışmada 12 hafta boyunca günde 3.2 g KLA ve 3.2 g plasebo sağlanmış ve her iki grupta yaşam tarzı danışmanlığı almış, düşük yağ ve düşük şeker diyeti uygulanmış ve kararında fiziksel aktivite yapmıştır. Yüksek yağ kompozisyonuna sahip yetişkinlerde diyetteki KLA takviyesinin kas kütlesinin korunmasını sağladığı gözlemlenmiştir (Chang et al., 2020).

%50 oranında *cis-9*, *trans-11* ve *trans-10*, *cis-12* izomerlerinin bulunduğu ve hayvanlar üzerinde yürütülen birçok çalışmada KLA'in yağ birikimin azaltma ve yağsız vücut kütlesini artırma gibi olumlu metabolik etkileri gözlemlenmiştir. Bu etkiler azaltılmış enerji alımı, yağ asidi metabolizmasının ve lipojenesisin engellenmesi, adiposit büyüklüğünün azalması ve yağ oksidasyonunun artması gibi etkenlere atfedilmiştir. Saflaştırılmış izomerlerle devamında yapılan çalışmalar bu etkilerin çoğunlukla *trans-10*, *cis-12* izomerine atfetmektedir (MacRedmond and Dorscheid, 2011).

KLA bir biyoaktif bileşen olarak obeziteyi engelleme ve azaltma konusunda özel bir ilgi kazanmıştır. Birçok çalışmanın KLA'in obezite üzerindeki etkisi bakımından vücut yağı azaltımı üzerinde yoğunlaşmasına rağmen, yapılan çalışmalarda KLA'in aynı zamanda yağsız vücut ağırlığını ve fiziksel performansını arttırdığı gözlemlenmiştir. Bu etkilerin kas fiber tipi transformasyonu, kas metabolizmasında ya da enerji metabolizmasında gibi hücre içi işaretleme yollarının değişimi, iskelet kaslarındaki fizyolojik değişiklikler sonucunda olduğu tahmin edilmektedir. Buna rağmen henüz KLA'in kas metabolizmasındaki etki yöntemleri tam olarak anlaşılamamıştır.

Arttırılmış enerji harcaması vücut kompozisyonunun kontrol edilmesinde temel faktör olarak göze çarpmaktadır. Hayvanlarla yapılan birçok çalışmada KLA'nın harcanan toplam enerjiyi arttırdığı gözlemlenmiştir. Klinik denemelerde

KLA takviyesinin bazal metabolizma hızını (BMR) arttırdığı bulunmuştur. Ayrıca KLA'in kemirgenlerde yaşla ilgili olan iskelet kısı kayıplarını önlediği de tespit edilmiştir. Fareler üzerinde yapılan önceki çalışmalar KLA'in açık bir şekilde yağsız kütlede önemli miktarlarda artış sağladığını göstermektedirler (Kim et al., 2016).

2.2.5.5 Bağışıklık arttırıcı etkisi

İnflamasyon vücudun çeşitli hasar ve uyarıcılara karşı verdiği cevapların geneli olarak tanımlanmaktadır. Klasik olarak, bu proses içerisinde sitokin ve biyoaktif lipidlerinde olduğu çeşitli işaretleyici moleküllerin doğuştan gelen bağışıklık sistemi tarafından salınmasıyla gerçekleştirilmektedir. KLA izomerleri inflammatuvar prosesleri düzenleyen nadir diyetel yağ asitlerinden biridir (Belda et al., 2010).

KLA'in antiinflammatuvar özellikleri kolon inflamasyonunun azaltılmasında, immukompetan hücrelerde antijen kaynaklı sitokin üretiminin azaltılmasında ve sitokin üretiminin düzenlenmesinde rapor edilmiştir. KLA'in tümör nekroz faktörü, sitokinler, prostaglandinler, nitrik oksitle alakalı bağışıklık tepkilerini arttırdığı gösterilmiştir. *cis9*, *trans 11*'nin tümör gelişimini önleyici ve bağışıklık tepkisinin düzenleyici olarak alakalı olduğu düşünülmektedir (Fuke and Nornberg, 2016).

Yapılan çalışmalarda KLA'in büyüme ve vücut kompozisyonunu etkilediği gösterilmiş ve bu etkilerin oluşmasında bağışıklık sisteminin aracılık ettiği önerilmektedir. Buna örnek olarak yapılan bir çalışmada KLA'in fitohemagglutinin cilt içi ayak enjeksiyonunda T-hücresi-bağımlı cevabını arttırdığı tespit edilmiştir. KLA ile beslenen farelerdeki splenositler fitohemagglutininin blastojenezini arttırmıştır (McGuire and McGuire, 2000).

KLA'in bağışıklık tepkisini etkilediği mekanizma TNF- α 'nın modölatörü olan prostoglandin E₂'nin azaltılması şeklinde olmaktadır. TNF- α aşırı zayıflık, kanser ve ateroskleroz gibi pek çok hastalığın anahtar düzenleyicisidir. KLA'in dokularda prostaglandin E₂ oluşumuna yardım eden araşidonik asit seviyelerini

azalttığı rapor edilmiştir. Daha az araşidonik asidin sonucu olarak ta KLA serumda, dalakta, kemik ve yağ dokuda, keratinositler ve makrofajlarda prostoglandin E₂ seviyesini azaltmaktadır. KLA tarafından endotoksin ya da TNF- α 'nın azaltılmış yan etkisi bağışıklık baskılamadan gelmemektedir. Çünkü KLA aynı zamanda geçirilmiş tip hiperduyarlılık ve lenfosit çokğalmasını gibi bağışıklık tepkilerini arttırmıştır. hayvan modellerini kullanan bu çalışmaların sonuçları KLA'nın bağışıklık aracılı katabolizmayı iyileştirerek bağışıklık fonksiyonu arttırdığını göstermektedir (Menon et al., 2010).

2.2.5.6 Anti hipertansif etkisi

KLA aynı zamanda antihipertansif özellikler de sergilemektedir. Bir çalışmada obez ve diyabetik Zucker farelerinin ve obez OLETF farelerinin obezitenin sebep olduğu hipertansiyonu önlediği gösterilmiştir. Benzer şekilde KLA bağımlı etki obez olmayan anlık hipertansif farelerde de gözlemlenmiştir. Antihipertansif etki *cis-9, trans-11* izomerinden çok *trans-10, cis-12* izomerine atfedilmiştir. Bu etki KLA'nın fizyolojik olarak aktif olan adinopektin, leptin ve anjiyotensin gibi adipositokinler gibi bileşiklerin üretimini ayarlaması sonucu olduğu düşünülmektedir (Koba and Yanagita, 2014).

KLA'nın antihipertansif özelliği başka bir klinik çalışmada rapor edilmiştir. Buna göre hipertansif bireylerin (seviye-I) sistolik ve diyastolik basınçları 8 hafta boyunca 4.5 g KLA alımıyla (*cis-9, trans-11*-%50 ve *trans-10, cis-12*-%50 oranında) ciddi derece azalmıştır. Gözlenen sonuçlar KLA bağımlı etkinin anjiyotensin dönüştürücü enzimden çok adipositokinlerden dolayı olabileceği vurgulanmıştır. Bu durumda, KLA'nın vücut yağ kütleini azalttığı ama insülin duyarlılığını etkilemediği görülmektedir. KLA'nın tansiyonu nasıl modüle ettiği konusunda daha çok klinik çalışmalar yapılmalı veriler biriktirilmelidir (Koba and Yanagita, 2014).

Herrera et al., (2006, 2005) tarafından yayımlanan iki raporda KLA takviyesinin doğum kaynaklı hipertansiyonu azalttığı görülmektedir. Başka bir çalışmada ise KLA ve bir antihipertansif ilaç olan ramipril ile yapılan takviye

çalışmasında ise hastalarda kan basıncının düşmesi konusunda ramiprilin etkilerinin arttığı gözlemlenmiştir (Park, 2014).

2.2.5.7 Kemik oluşumu sağlama ve romatoid artrit önleme

Osteoporoz kemiklerin kırılmasına sebep olan, kemik kütlesinde ve kemiklerin mikrostrüktüründe oluşan azalma olarak tanımlanabilir. 20 veya daha fazla yıl gibi uzun sürelerde gelişebilen ve özellikle yaşlılarda ciddi bir şekilde sağlık problemleri yaratan bir hastalıktır. Amerika’da 2002’de yaklaşık olarak 10 milyon insanın bu hastalıkla uğraştığı ve 50 yaş ve üzerindeki kişilerin %55’i olan yaklaşık 44 milyon insanında risk altında bulunduğu sessiz bir hastalıktır (Park et al., 2013).

Diyete % 80.7 saflıkta (% 37.8 cis-9, trans-12, % 37.6 trans-10, cis-12 ve % 5.3 diğer izomerler) KLA eklenmesiyle 90 adet 6 aylık ICR fareleriyle yapılan bir çalışmada kalsiyum takviyesi ile birlikte KLA’in kemik kütlesini arttırdığı gözlemlenmiştir. Bu çalışma aynı zamanda diyetle alımın kalsiyumun vücut yağını azaltıcı etkisi de gözlemlenmiştir (Park et al., 2013).

Bir grup bilim insanı tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda KLA’nin antiinflamatuar etkileri de gözlemlenmiştir. Dolayısıyla KLA romatoid artriti kontrol etme ve kemik oluşumunu geliştirme bakımından iyi bir aday olarak gözlemlenebilmektedir (Hur and Park, 2007).

Diyetle alınan KLA’in kemik erimesini önlediği, endokortikal kemik oluşumunu arttırdığı ve siklooksijenaz enziminin ekspresyonunu ve aksiyonunu düzenlediği gözlemlenmiştir. Dolayısıyla, prostoglandin bağımlı kemik resorpsiyonunu azaltmaktadır. KLA aynı zamanda hayvanlarda kalsiyum absorpsiyonunu arttırmakta ve kemik oluşumunu geliştirmektedir ancak sonuçlar pek tutarlı değildir. KLA’in inflamatuvar sitokinleri etkilemesinden dolayı, KLA’in romatoid artrit sempomlarının önlenmesi ya da azaltması açısından iyi bir aday olduğu varsayılmaktadır (Hur and Park, 2007).

Başka bir çalışmada ise KLA'in kemik sağlığı üzerinde bir rol oynayabileceği gösterilmiştir. Çalışmada kemik organ kültürlerinde değiştirilmiş yağ asidi kompozisyonu ve PGE2 üretimi ile KLA izomerlerinin kemik oluşumunu ve resorpsiyonunu etkileme potansiyeli olduğu gözlemlenmiştir (McGuire and McGuire, 2000).

Brownbill et al.'in (2005) gerçekleştirdiği çalışmada ise diyetle beraber alınan KLA'nın postmenapozal kadınlarda kemik mineral yoğunluğunu arttırdığı saptanmıştır.

2.2.6 Konjuge linoleik asidin yan etkileri

KLA'in etkilerinin tam olarak anlaşılabilmesi için gerek sağlığa yararlı etkilerinin gerekse yan etkilerinin eşit derecede araştırılması gerekmektedir. KLA'nın sağlığa faydalı etkileri yukarıdaki bölümlerde belirtilmiş ve birçok araştırmacı gerek hayvan denemelerinde gerekse insanlı denemelerde bu ürünün herhangi bir yan etkisinin bulunmadığını belirtmişlerdir (Lopez-Plaza et al., 2013; McGowan et al., 2013; Schlegel et al., 2012). Buna karşılık bazı çalışmalarda ise KLA'in çeşitli riskleri belirtilmiştir Oliveira et al., (2012)'nin yaptıkları çalışmalar göstermiştir ki korunmasız KLA takviyesi otlanan koyunlardaki süt üretimini ve salgılanmasını azaltmaktadır. FVB farleriyle yapılan bir çalışmada % 0.5 oranındaki *trans-10*, *cis-12* izomerli takviyenin hiper insülinemi ve hepatik lipid birikimine sebep olduğu bildirilmiştir. Ancak *trans-10*, *cis-12* izomerinin düşük dozda uygulanmasıyla farelerdeki adipozite, meme dokusu gelişimde, inflamasyon ve metabolizmada herhangi bir negatif etki olmadan azalmış ve daha önceki çalışmalarda elde edilen zararlı etkilerin aşırı dozlarda olduğu saptanmıştır. Diğer bir çalışmada *cis-9*, *trans-11* ve *trans-10*, *cis 12* izomerlerinin olduğu bir KLA karışımı yağa ilave edilmiş ve bu takviye ile *cis-9*, *trans-11* izomer KLA ile zenginleştirilmiş süt post-menstural kadınlara verilmiştir. Çalışma sonucunda söz konusu bireylerde lipid oksidasyon seviyeleri artmıştır. Bu artışın etkisi KLA ile zenginleştirilmiş yağda sade süttekenden daha fazla olarak gözlemlenmiştir. Bu esnada plazma triaçilgliserol seviyesinde önemli miktarda artış, HDL kolesterol seviyesinde ise azalma tespit edilmiştir. Bu etki zeytinyağı ile beslenen kadınlardan ziyade KLA ile beslenen kadınlarda gözlemlenmiştir (Tholstrup et al., 2008).

Konjuge linoleik asit alımı ile gözlenebilecek yan etkilerinin çoğundan *trans-10*, *cis-12* izomeri sorumlu tutulmaktadır. *cis-9*, *trans-11* izomeri ise genel olarak güvenli olarak düşünölmektedir. Ancak bunun tam olarak doğrulanması için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (Yang et al., 2015).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Gereç

Bu tez çalışmasında kullanılan yoğurt örnekleri sade yoğurt, süzme yoğurt, light yoğurt, meyveli yoğurt, sade probiyotik yoğurt, meyveli probiyotik yoğurt ve organik yoğurt olmak üzere 7 ana kategoride toplam 28 örnek İzmir’de bulunan süpermarketlerden temin edilmiştir. Örneklerin kendi içlerindeki dağılım miktarları sırasıyla sade yoğurttan 5 adet, süzme yoğurttan 5 adet, light yoğurttan 3 adet, meyveli yoğurttan 9 adet, sade probiyotik yoğurttan 2 adet, meyveli probiyotik yoğurttan 3 adet ve organik yoğurttan 1 adet olacak şekilde seçilmiştir. Ürün isimleri ve kodlamaları aşağıdaki şekilde gösterildiği biçimiyle yapılmıştır.

Çizelge 3.1 Yoğurt çeşitleri ve kodları

Yoğurt Örneği	Ürün Özellikleri	Yoğurt Örneği	Ürün Özellikleri
TTY1	Tam Yağlı Sade Yoğurt	MY1	Meyveli Yoğurt
TTY2	Tam Yağlı Sade Yoğurt	MY2	Meyveli Yoğurt
TTY3	Tam Yağlı Sade Yoğurt	MY3	Meyveli Yoğurt
TTY4	Tam Yağlı Sade Yoğurt	MY4	Meyveli Yoğurt
TTY5	Tam Yağlı Sade Yoğurt	MY5	Meyveli Yoğurt
LY1	Light Yoğurt	MY6	Meyveli Yoğurt
LY2	Light Yoğurt	MY7	Meyveli Yoğurt
LY3	Light Yoğurt	MY8	Meyveli Yoğurt
SY1	Süzme Yoğurt	MY9	Meyveli Yoğurt
SY2	Süzme Yoğurt	PY1	Probiyotik Sade Yoğurt
SY3	Süzme Yoğurt	PY2	Probiyotik Sade Yoğurt
SY4	Süzme Yoğurt	PMY1	Probiyotik Meyveli Yoğurt
SY5	Süzme Yoğurt	PMY2	Probiyotik Meyveli Yoğurt
OY1	Organik Yoğurt	PMY3	Probiyotik Meyveli Yoğurt

TTY: Tam Yağlı Sade Yoğurt, LY: Light Yoğurt, SY: Süzme Yoğurt, MY: Meyveli Yoğurt, PY: Probiyotik Sade Yoğurt, PMY: Probiyotik Meyveli Yoğurt, OY: Organik Yoğurt

3.2 Yöntem

3.2.1 Kimyasal analizler

Yoğurt örneklerinde kimyasal analiz olarak toplam kurumadde (TS 1330/2006), yağ (TS 1330/2006), protein (AOAC 990.03.2000), toplam laktoz (ISO 22662:2012) miktarları ve pH değerleri belirlenmiştir. Toplam kurumadde analizi 3 paralel, yağ analizi 3 paralel, protein analizi 3 paralel, toplam laktoz analizi 3 paralel olarak çalışılmıştır. Sonuçların istatistiki hesaplamaları yapılmış olup, toplu halde Çizelge 4.1’de özetlenmiştir.

3.2.1.1 Toplam laktoz miktarı tayini

100 ml’lik ölçü balonuna yaklaşık 1 gramlık ürün tartılmıştır. İçine pikrik asit konulup çalkalanmış daha sonra da ölçü çizgisine kadar pikrik asit ile tamamlanmıştır. Kuru, katlı filtre kağıdından süzülüp süzüntü elde edilmiş, bu süzüntüden 50 ml’lik ölçü balonuna 5 ml konulup üzerine 2,5 ml sodyum karbonat çözeltisi ilave edilerek ağzı kapatılmıştır. Kaynayan su banyosunda 20 dakika tutulan örnek oda sıcaklığına soğutulup saf su ile 50 ml’ye tamamlanmıştır. Bu çözeltiden 1 cm’lik cam küvete konularak 520 nm dalga boyunda kör çözeltiye karşı okuma yapılmış ve okunan absorbans değerleri kaydedilmiştir. Kör çözelti ise örnek içermeyen 2,5 ml sodyum karbonat ile 5 ml pikrik asit karışımının yukarıda anlatıldığı gibi hazırlanmasıyla elde edilmiştir.

$$\text{Süt Şekeri(\%)} = \frac{(\text{Absorbans} + 0,020)}{(7,82 * \text{Süt(g)})} * 100$$

Formülü kullanarak da örneklerdeki laktoz miktarı yüzde olarak hesaplanmıştır.

3.2.1.2 Protein miktarı tayini

Numuneler LECO FP-528 model Azot Belirleyici cihazında oksijen ile yakılıp, açığa çıkan azotun helyumla taşınmasıyla örneklerde bulunan protein miktarı tespit edilmiştir. Referans yöntem olarak Nitrogen Content Combustion

(Dumas) Method Leco FP 528 ve AOAC Official Method 990.03 Protein Crude in Animal Feed , 2000 AOAC International kullanılmıştır.

3.2.1.3 Toplam kuru madde miktarı tayini

Kurutma kapları, kapakları yarı açık durumda ve içinde cam çubuk ve bir miktar kuvars veya deniz kumu ile birlikte $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'a ayarlanmış etüvde kurutulmuş, desikatörde soğutulmuş ve 0,001 g yaklaşımla tartılmıştır. Homojen hale getirilmiş yoğurt numunesinden kurutma kabına 2 g - 3 g tartılmıştır. Numune cam çubuk yardımıyla kumla karıştırılarak kabın dibine yayılır. Etüvde $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'da kapağı açık durumda 1,5 - 2 saat kurutulmuştur. Kapak kapatılarak desikatörde soğutulmuş ve 0,001 g yaklaşımla tartılmıştır. Tartımlar arasındaki fark alınıp yüzde cinsinden hesaplanmış ve numunelerin toplam kuru madde miktarları yüzde cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.1.4 Yağ tayini

50 g yoğurt numunesi 100 mL'lik beher içine 0,1 g yaklaşımla tartılmış üzerine 5 mL amonyak ilave edilip cam bagetle karıştırılmıştır. Bütrometreye önce 10 mL sülfürik asit sonra 11 mL numune konulmuştur. Üzerine 1 mL izoamil alkol ilave edilmiştir. Bütrometre tıkaçıyla sıkıca kapatılıp altüst edilerek iyice karışması sağlanmıştır. Bütrometreler çift şekilde karşılıklı olarak santrifüje yerleştirilmiş ve 1100 devir/dakika hızla çalışan santrifüjde 5 dakika santrifüj edilmiştir. Daha sonra bütrometreler santrifüjden çıkartılıp $60-63\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'deki su banyosunda 5 dakika bekletilmiştir. En az 5 dakika tutulduktan sonra tıkaç sıkıştırılıp, itilmek veya hafifçe çekilmek suretiyle yağ sütunu iç bükey olarak üstte oluşan hattın alt sınırı esas alınarak okunmuş ve kaydedilmiştir. Böylece kütlece yüzde cinsinden yağ oranı hesaplanmıştır. Bu hesaplama yapılırken TS 1330/Nisan 2006 Yoğurt standardı referans alınmıştır.

3.2.1.5 pH ölçümleri

pH ölçümleri model pH 211; Hanna Instruments, Woonsocket, RI model pH-metre ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.2 Yağ asidi metil esterlerinin hazırlanması

Yağ asiti metil esterlerinin hazırlanmasında Park ve Goins (1994)'ün In Situ yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. Buna göre; numuneden 150 µL alınıp, 100 µL diklorometan ve 1 mL 0.5 N metanolik NaOH eklendikten sonra, 90°C'de 10 dakika bekletilip, oda sıcaklığında soğutulduktan sonra, 1 mL %14 metanolik BF₃ eklenip, tekrar 90 °C'e 10 dakika bekletilip, oda sıcaklığına soğutulmuştur. Daha sonra 1 mL distile su, 500 mL hekzan eklenip, vortexde 1 dakika karıştırılıp, Santrifüj edilip. (5 dakika/2500 rpm), sodyum sülfat eklenmiştir. Faz ayrımı gerçekleştikten sonra üst tabakadaki berrak fazdan 2 mL hacimdeki viallere alınıp GC'ye enjekte edilmek üzere derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

3.2.2.1 Cihaz koşulları

Metil esterlerine dönüştürülen yağ örneklerinin yağ asitleri, analizleri Shimadzu GC-2025 model Gaz Kromatografi cihazında, alev iyonizasyon dedektörü (FID) ve nitelikler Şekil 1'de de verilen; HP-Innovax kapiler kolon (L: 30m, ID: 0.25mm, DF: 0.25µm) kullanılarak yapılmıştır.

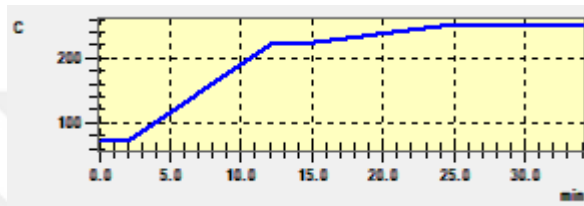
Yönteme ilişkin sıcaklık programı Şekil 3.2'de verilmiş olup; dedektör sıcaklığı: 240°C, enjektör sıcaklığı: 250°C, kolon (fırın) sıcaklığı: 70°C da bekleme süresi 2 dakika, 220°C ye 15°C/dk; 220°C'de bekleme süresi 2 dk; buradan 250°C ye 3°C/dk; 250°C'de bekleme süresi 10 dk toplam analiz süresi: 34 dk. Enjeksiyon: Split 1:100. Gaz akış hızları: taşıyıcı gaz: helyum 3 ml/dk (sabit akış modeli); hidrojen, 40 mL/dk; kuru hava, 400 mL/dk olarak ayarlanmıştır. Örnek, cihaza 1 µL enjekte edilmiştir.

Yağ asitlerinin teşhisinde, standart olarak yağ asitlerinin metil esterleri karışımı Supelco 37 Component FAME Mix (Sigma-Aldrich Co., USA) Food Industry FAME Mix 37 components (Restek Corporation, USA) kullanılmıştır. Yağ asitleri metil esterlerinin kromatogramları ve yağ asitlerinin oranları bilgisayarda, SHIMADZU GC solution programı ile elde edilmiştir. Analiz edilen örneklerin kromatogramındaki pikler, standarttaki bütün yağ asitlerinin metil esterlerinin alıkonma zamanları ile karşılaştırılarak ve mesleki deneyimlerden

faýdalanılarak teşhis edilmiştir. Sonuçlar kalitatif değer olarak % yağ asiti üzerinden verilmiştir.

Selected Column			
Name :	HP-Innovax		
Serial # :	UST735343H	Inner Diameter :	0.25 mm
Length :	30 m	Film Thickness :	0.25 μ m
Max Usable Temp. :	260 C	Installation Date :	9.09.2020

Şekil 3.1 Kolon Nitelikleri



Şekil 3.2 Sıcaklık Programı

3.2.3 İstatiksel analiz

Örneklerin istatistiksel değerlendirilmesi sonucu veriler Ortalama $\pm$ Standart Sapma şeklinde ifade edilmiştir. Yoğurt çeşitleri arasındaki istatistiksel farklılıklar $p < 0.05$ düzeyinde tespit edilmiş olup bu farklılıklar SPSS programı ile Duncan Multiple Range Test-DMRT (Duncan çoklu karşılaştırma testi) uygulanarak ortaya konulmuştur (version 11.05; SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Ayrıca yoğurt çeşitlerinin kimyasal özellikleri ile KLA (*cis*-9, *trans*-11) yağ asidi arasındaki korelasyon ilişkisi de $p < 0.05$ anlamlılık düzeyinde “Pearson Korelasyon Katsayı” analizi kullanılarak ifade edilmiş ve yorumlanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Kimyasal Özellikler

Çalışmada kullanılan yoğurtlarda kimyasal bileşim kapsamında yağ, kurumadde, laktoz ve protein miktarları tespit edilmiştir. Bunun yanında piyasadan satın alındıklarında pH değerlerine bakılmıştır.

Çizelge 4.1 Çalışmada incelenen yoğurt örneklerinin kimyasal özellikleri

Yoğurt Örneği	pH	Yağ(%)	Kuru Madde(%)	Laktoz(%)	Protein(%)
TYY1	4,38± 0,01	3,20± 0,10	14,42± 0,02	4,72± 0,04	4,67± 0,03
TYY2	4,51± 0,00	3,60± 0,10	13,27± 0,02	5,59± 0,04	3,68± 0,02
TYY3	4,35± 0,00	3,80± 0,20	13,54± 0,01	2,63± 0,01	4,00± 0,06
TYY4	4,46± 0,01	3,00± 0,00	24,26± 0,04	4,82± 0,02	4,60± 0,00
TYY5	4,55± 0,01	3,00± 0,00	13,75± 0,02	4,76± 0,01	4,20± 0,01
LY1	4,36± 0,01	1,40± 0,06	12,81± 0,02	6,15± 0,01	4,00± 0,03
LY2	4,24± 0,02	0,40± 0,02	11,21± 0,01	2,19± 0,02	4,10± 0,00
LY3	4,39± 0,01	0,05± 0,02	9,80± 0,01	5,25± 0,08	4,00± 0,00
SY1	4,44± 0,00	5,90± 0,10	18,95± 0,01	6,22± 0,12	8,75± 0,01
SY2	3,86± 0,01	8,50± 0,31	25,69± 0,03	7,45± 0,02	8,81± 0,06
SY3	4,24± 0,00	5,00± 0,00	18,35± 0,02	3,71± 0,02	8,20± 0,00
SY4	4,54± 0,01	6,20± 0,17	20,77± 0,01	3,88± 0,02	4,00± 0,00
SY5	4,31± 0,01	6,00± 0,29	19,07± 0,03	3,00± 0,07	2,70± 0,00
OY1	4,46± 0,01	2,90± 0,26	14,54± 0,01	3,00± 0,01	3,20± 0,02
MY1	4,36± 0,01	1,90± 0,06	20,03± 0,04	6,15± 0,01	2,80± 0,02
MY2	4,40± 0,01	2,00± 0,00	19,76± 0,01	3,07± 0,02	2,90± 0,00
MY3	4,34± 0,01	1,80± 0,00	21,94± 0,04	4,95± 0,02	2,90± 0,02
MY4	4,35± 0,01	2,00± 0,06	21,29± 0,04	4,79± 0,03	2,70± 0,01
MY5	4,29± 0,01	1,90± 0,06	19,75± 0,04	5,17± 0,03	2,70± 0,06
MY6	4,33± 0,01	2,80± 0,06	19,87± 0,02	8,59± 0,01	2,60± 0,04
MY7	4,30± 0,00	2,90± 0,26	20,57± 0,01	1,48± 0,02	2,60± 0,03
MY8	4,36± 0,01	3,10± 0,17	19,80± 0,02	7,66± 0,03	2,70± 0,00
MY9	4,31± 0,01	2,00± 0,20	20,61± 0,01	2,33± 0,01	3,90± 0,09
PY1	4,23± 0,01	3,80± 0,20	14,18± 0,01	4,61± 0,07	7,20± 0,04
PY2	4,52± 0,01	3,50± 0,10	12,21± 0,01	3,01± 0,02	8,78± 0,01
PMY1	4,46± 0,01	1,70± 0,00	16,51± 0,03	1,63± 0,01	3,70± 0,06
PMY2	4,48± 0,01	1,70± 0,10	16,08± 0,01	4,83± 0,16	3,60± 0,06
PMY3	4,34± 0,01	1,80± 0,10	16,44± 0,01	5,66± 0,06	3,50± 0,00

TYY: Tam Yağlı Sade Yoğurt, LY: Light Yoğurt, SY: Süzme Yoğurt, OY: Organik Yoğurt, MY: Meyveli Yoğurt, PY: Probiyotik Yoğurt, PMY: Probiyotik Meyveli Yoğurt.

Genel olarak tüm ürün gruplarında pH değerleri birbirine yakın olarak seyretmekte ve 3,86 ile 4,55 arasında değişen bir skalada sıralanmaktadır. Yağ değerleri % $0,05 \pm 0,02$ ile % $8,50 \pm 0,31$, kurumadde değerleri % $9,80 \pm 0,01$ ile % $25,69 \pm 0,03$ ve protein değerleri ise % $2,70 \pm 0,01$ ile % $8,81 \pm 0,06$ arasında değişkenlik göstermektedir.

Kimyasal analizlerini gerçekleştirdiğimiz yoğurtlardan 5 adet tam yağlı sade yoğurdun yağ oranları % 3,0 ila % 3,80 arasında değişmektedir. Tebliğe göre tam yağlı yoğurtlarda olması gereken yağ oranı % 3,8 olarak belirtilmektedir. Bizim sonuçlarımızda bir adet yoğurdun yağ yüzdesi % 3,8 olarak , bir adedinin de % 3,6 olarak diğer tam yağlı sade yoğurtların ise %3 - %3,2 olarak değiştiğini görmekteyiz. Buna göre çalışmamızda kullandığımız örneklerden 2 tanesinin Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne uyduğunu gözlemlemekteyiz.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre yağsız yoğurtlarda yağ oranı $\leq 0,5\%$ olmalıdır Buna göre çalışmamızdaki iki adet light yoğurdun yağ oranı açısından tebliğe uygun olduğu söylenebilir.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde yoğurtta protein miktarının en az %3 olması gerektiği ifade edilmektedir. Buna göre çalışma kapsamındaki yoğurt örneklerinin bazıları protein oranı açısından tebliğe uyarken bazıları uymamaktadır.

Probiyotik yoğurtların ve organik yoğurdun yağ ve protein miktarları Tebliğe uygun olarak tespit edilmiştir.

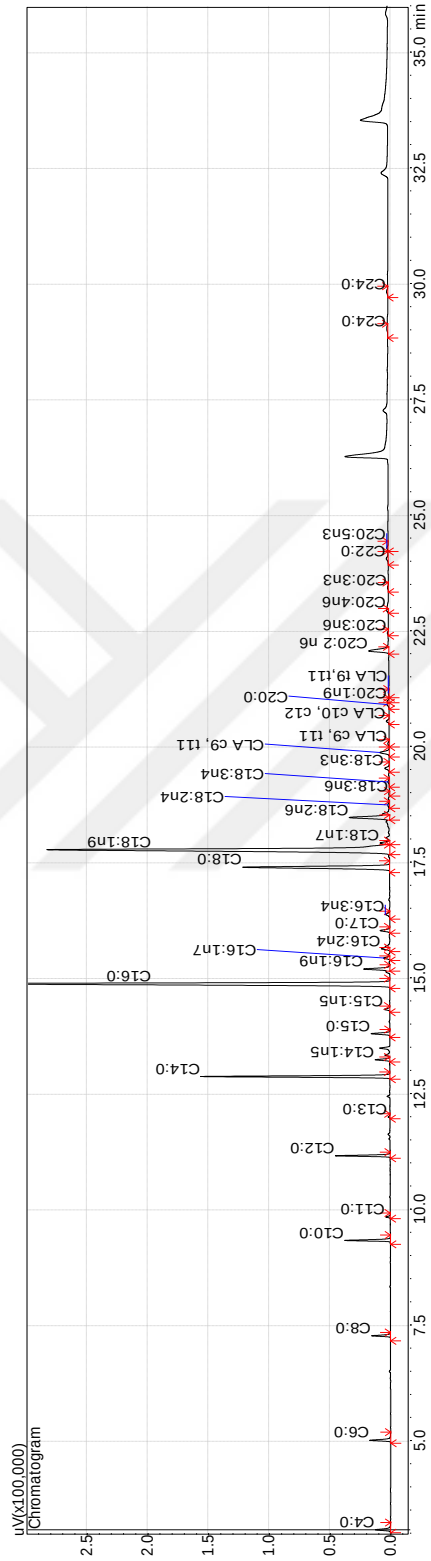
4.2 Yağ Asidi Profili

Ruminant orijinli süt yağları çok geniş bir skalada yağ asidi içerirler. Bugüne kadar süt yağında 437 farklı yağ asidi tespit edilmiştir (Collins et al., 2003).

Toplamda 7 grupta 28 örnekte 56 yağ asidi analizi gerçekleştirilmiş olup sonuçları standart sapmalarıyla beraber 2 çizelge halinde sunulmuştur. Bu analizlerde 40 yağ asidi tespit edilmiştir. Bu 40 yağ asidinin 16 tanesi doymuş yağ asidi (SFA), 7 tanesi tekli doymamış yağ asidi (MUFA) ve 17 tanesi de çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) olarak sınıflandırılmıştır. Ayrıca bu 40 yağ asidinin 3 tanesi konjuge linoleik asit (KLA) ve 2 tanesi de eikozapentaenoik asit (EPA) ve dokzahekzaenoik asit (DHA) toplamı olarak ayrıca belirtilmiştir.

Örnek olarak TYY3 kodlu örneğin GC cihazından elde edilen kromotagramı Şekil 4.1’de paylaşılmıştır.

Tespit edilen tüm yağ asitleri 2 çizelge halinde Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3’ de sunulmuştur.



Şekil 4.1 TYY3 kodlu yoğurt örneğinin kromatogramı

Çizelge 4.2 Yoğurt Örneklerinin Yağ Asidi Profilleri

Yağ Asitleri	TY1	TY2	TY3	TY4	TY5	LY1	LY2	LX3	SY1	SY2	SY3	SY4	SY5	OY1
C4:0	0,80±0,00	0,89±0,01	0,86±0,01	0,89±0,03	0,75±0,00	0,88±0,00	0,89±0,22	0,85±0,054	0,93±0,00	1,04±0,00	1,14±0,01	1,04±0,03	0,99±0,02	0,89±0,03
C6:0	1,09±0,01	1,13±0,02	1,10±0,04	1,13±0,03	1,00±0,01	0,97±0,00	0,97±0,06	1,03±0,021	1,19±0,00	1,25±0,00	1,26±0,01	1,28±0,03	1,19±0,01	1,11±0,03
C8:0	0,93±0,00	0,93±0,02	0,87±0,02	0,93±0,02	0,89±0,01	0,82±0,01	0,89±0,02	0,92±0,053	0,96±0,00	0,95±0,00	0,95±0,00	1,05±0,02	0,93±0,01	0,89±0,01
C10:0	2,30±0,01	2,19±0,02	2,02±0,07	2,10±0,02	2,14±0,024	1,81±0,01	2,02±0,16	1,95±0,046	2,31±0,01	2,2±0,00	2,17±0,02	2,50±0,06	2,21±0,02	2,17±0,01
C11:0	0,22±0,00	0,22±0,00	0,21±0,00	0,23±0,00	0,23±0,00	0,19±0,00	0	0	0,23±0,00	0,24±0,00	0,22±0,00	0,23±0,01	0,22±0,00	0,22±0,00
C12:0	2,75±0,03	2,62±0,00	2,38±0,09	2,44±0,03	2,55±0,03	2,08±0,02	2,36±0,16	2,25±0,043	2,76±0,01	2,57±0,01	2,55±0,02	2,85±0,04	2,63±0,01	2,60±0,01
C13:0	0,09±0,001	0,09±0,00	0,08±0,00	0,08±0,00	0,13±0,00	0	0	0	0,13±0,01	0,13±0,00	0,16±0,01	0,18±0,02	0,17±0,00	0,10±0,00
C14:0	10,42±0,12	9,90±0,03	9,11±0,26	9,58±0,12	10,10±0,10	8,97±0,09	9,01±0,59	8,43±0,167	10,04±0,04	10,06±0,00	9,83±0,09	9,41±0,04	9,57±0,04	9,48±0,01
C14:1 n5	0,82±0,01	0,81±0,00	0,74±0,03	0,75±0,01	0,80±0,01	0,63±0,01	0,74±0,04	0,69±0,011	0,82±0,00	0,85±0,00	0,74±0,00	0,72±0,01	0,75±0,00	0,85±0,00
C15:0	1,09±0,01	1,03±0,00	0,99±0,03	0,99±0,01	1,10±0,01	0,88±0,02	0,76±0,04	0,67±0,013	1,02±0,00	1,03±0,00	1,11±0,01	0,84±0,00	1,00±0,01	0,96±0,00
C15:1 n5	0,35±0,00	0,31±0,00	0,31±0,01	0,36±0,00	0,37±0,01	0,27±0,00	0,98±0,06	0,92±0,019	0,30±0,00	0,36±0,00	0,36±0,00	0,23±0,00	0,29±0,00	0,19±0,00
C16:0	30,31±0,32	30,91±0,02	29,56±0,67	28,65±0,26	30,21±0,32	29,42±0,52	28,63±0,36	27,06±0,064	29,90±0,07	28,05±0,01	29,03±0,15	28,08±0,07	29,99±0,09	39,19±0,01
C16:1n9	1,50±0,04	1,56±0,01	1,62±0,04	1,36±0,03	1,50±0,05	1,60±0,15	1,74±0,19	1,80±0,154	1,58±0,15	1,44±0,00	1,47±0,01	1,34±0,00	1,45±0,00	2,13±0,01
C16:1n6	0	0	0,37±0,01	0,39±0,00	0,61±0,01	0,34±0,00	0	0	0,68±0,00	0,83±0,00	0,73±0,00	0,70±0,01	0,60±0,00	0,26±0,00
C16:2n4	0,60±0,01	0,62±0,01	0,54±0,03	0	0	0,59±0,01	0,64±0,04	0	0	0	0	0,08±0,00	0,07±0,00	0,33±0,00
C17:0	0,62±0,00	0,60±0,00	0,60±0,02	0,61±0,01	0,64±0,01	0,56±0,00	0,58±0,03	0,55±0,026	0,57±0,00	0,61±0,00	0,65±0,00	0,47±0,00	0,55±0,00	0,45±0,00
C16:3n4	0,32±0,00	0,30±0,00	0,33±0,01	0,30±0,00	0,34±0,00	0,31±0,00	0	0	0,29±0,00	0,32±0,00	0,33±0,00	0,23±0,00	0,28±0,00	0,24±0,00
C18:0	11,67±0,14	11,57±0,02	10,61±0,31	12,99±0,13	10,99±0,10	10,30±0,10	11,37±0,49	10,17±0,148	11,07±0,03	11,46±0,01	10,93±0,07	11,85±0,05	9,94±0,03	7,82±0,01
C18:1n9	26,81±0,12	26,7±0,40	29,63±0,56	29,27±0,21	27,15±0,21	30,43±0,81	29,89±2,61	32,70±0,754	25,29±0,31	26,24±0,07	25,87±0,34	24,97±0,03	24,95±0,15	21,56±0,04
C18:1n7	0,78±0,07	0,88±0,00	0,70±0,00	0,87±0,03	0,73±0,06	0,32±0,00	0	0	0,23±0,00	0,19±0,00	0,67±0,00	0,97±0,02	0,82±0,04	0,80±0,00
C18:2n6	2,72±0,10	2,82±0,02	2,99±0,17	2,86±0,08	2,45±0,08	3,68±0,04	3,58±0,51	4,48±0,115	2,88±0,02	2,67±0,00	2,61±0,03	3,11±0,04	2,79±0,02	3,28±0,00
C18:2n4	0	0	0,16±0,13	0,15±0,03	0	0	0	0	0,17±0,00	0,16±0,00	0,18±0,00	0,18±0,02	0,21±0,00	0,15±0,00
C18:3n6	0	0	0	0,05±0,03	0	0	0	0	0,07±0,00	0,08±0,00	0,07±0,00	0,05±0,01	0,06±0,00	0
C18:3 n4	0,13±0,01	0,11±0,02	0,12±0,01	0,13±0,00	0,14±0,00	0	0	0	0,14±0,00	0,16±0,00	0,13±0,00	0,11±0,00	0,13±0,00	0,18±0,00
C18:3n3	0,31±0,01	0,29±0,00	0,34±0,04	0,27±0,00	0,32±0,01	0,39±0,00	0	0	0,28±0,00	0,21±0,00	0,37±0,00	0,28±0,00	0,37±0,00	0,43±0,00
CLA c9, t11	0,84±0,00	0,72±0,01	0,78±0,01	0,99±0,00	0,89±0,02	0,76±0,01	0,87±0,05	0,91±0,004	0,66±0,00	0,83±0,01	0,85±0,00	0,59±0,01	0,71±0,01	0,39±0,00
C18:4n3	0	0	0	0	0,09±0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CLA c10, c12	0,19±0,00	0,19±0,00	0,18±0,07	0,23±0,01	0,22±0,01	0	0	0	0,18±0,00	0,19±0,00	0,21±0,00	0,16±0,00	0,17±0,00	0,14±0,02
C20:0	0	0	0,21±0,01	0,23±0,01	0,23±0,01	0,23±0,01	0	0	0,19±0,00	0,21±0,00	0,23±0,00	0,16±0,01	0,20±0,01	0,07±0,01
C20:1n9	0,21±0,02	0,20±0,00	0,18±0,06	0,11±0,00	0	0,22±0,00	0	0	0,09±0,00	0,08±0,00	0,13±0,00	0,08±0,00	0,09±0,00	0
CLA t9,t11	0	0	0,10±0,01	0	0,20±0,00	0	0	0	0,08±0,01	0,08±0,00	0	0,09±0,00	0,11±0,01	0
C20:3n6	0,10±0,00	0,11±0,00	0,11±0,03	0,12±0,02	0,10±0,01	0	0	0	0,13±0,01	0,13±0,02	0,12±0,01	0,11±0,01	0,10±0,00	0
C20:4n6	0,21±0,02	0,23±0,00	0,12±0,04	0,17±0,00	0,14±0,03	0	0	0	0,19±0,01	0,17±0,01	0,18±0,00	0,25±0,01	0,26±0,00	0,10±0,01
C20:3n3	0	0	0,09±0,01	0	0	0	0	0	0	0,07±0,01	0,08±0,00	0,11±0,02	0,14±0,00	0
C22:0	0,16±0,03	0,14±0,00	0,21±0,06	0,17±0,00	0,22±0,00	0	0	0	0,10±0,01	0,12±0,00	0,10±0,00	0,27±0,01	0,30±0,01	0
C20:5n3	0,13±0,01	0,33±0,01	0,09±0,02	0,15±0,008	0,19±0,00	0	0	0	0,14±0,02	0,13±0,00	0,17±0,02	0,12±0,02	0,15±0,02	0
C23:0	0,25±0,02	0,13±0,00	0,47±0,31	0,00	0,52±0,03	0,46±0,03	0,74±0,09	0,90±0,09	0,30±0,01	0,32±0,00	0,27±0,01	0,64±0,02	0,63±0,00	0,16±0,03
C22:5n3	0,09±0,01	0,17±0,03	0,15±0,02	0,14±0,00	0,12±0,05	0	0	0	0,15±0,01	0,04±0,00	0,09±0,01	0,20±0,00	0,25±0,04	0,14±0,02
C24:0	0	0	0,16±0,02	0,15±0,02	0,11±0,02	0,22±0,00	0,82±0,20	0	0,15±0,00	0,22±0,00	0	0,07±0,00	0	0
C22:6n3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04±0,00	0	0	0,07±0,00	0
Toplam SFA	62,71±0,65	62,36±0,00	59,42±1,87	61,17±0,47	61,79±0,60	57,81±0,32	59,05±2,02	54,8±0,615	61,87±0,19	60,45±0,03	60,6±0,37	60,93±0,13	60,52±0,00	66,12±0,10
Toplam MUFA	31,06±0,03	31,07±0,41	34,09±0,51	33,10±0,21	31,16±0,24	34,4±0,92	33,98±2,28	36,11±0,57	29,00±0,15	30,00±0,08	29,96±0,34	29,09±0,03	29,01±0,11	26,12±0,04
Toplam PUFA	5,65±0,06	5,87±0,03	6,11±0,18	5,55±0,07	5,01±0,08	5,93±0,02	5,09±0,52	5,39±0,11	5,35±0,00	5,27±0,00	5,39±0,06	5,67±0,07	5,88±0,02	5,38±0,05
Toplam CLA	1,04±0,00	0,90±0,01	1,06±0,09	1,22±0,01	1,11±0,03	0,96±0,01	0,87±0,05	0,91±0,00	0,92±0,01	1,10±0,01	1,06±0,01	0,83±0,00	1,00±0,02	0,53±0,02
EPA + DHA	0,09±0,01	0,17±0,03	0,15±0,02	0,14±0,00	0,12±0,05	0	0	0	0,15±0,01	0,08±0,00	0,09±0,01	0,2±0,00	0,32±0,04	0,14±0,02

Çizelge 4.3 Yoğurt Örneklerinin Yağ Asidi Profilleri (devam)

Yağ Asitleri	MY1	MY2	MY3	MY4	MY5	MY6	MY7	MY8	MY9	PY1	PY2	PMY1	PMY2	PMY3
C4:0	0,92±0,01	1,05±0,01	1,03±0,09	1,04±0,10	1,14±0,02	1,19±0,00	1,08±0,03	1,04±0,03	0,92±0,04	0,98±0,08	0,88±0,02	0,98±0,00	0,94±0,04	1,14±0,20
C6:0	1,21±0,02	1,29±0,01	1,21±0,10	1,19±0,11	1,32±0,03	1,34±0,00	1,26±0,04	1,28±0,02	1,16±0,05	1,19±0,08	1,15±0,01	1,24±0,00	1,13±0,05	1,39±0,23
C8:0	1,00±0,00	1,05±0,00	0,98±0,08	0,94±0,08	1,06±0,02	1,06±0,00	1,00±0,03	0,99±0,00	0,94±0,04	0,94±0,06	0,96±0,01	1,00±0,00	0,94±0,05	1,11±0,17
C10:0	2,35±0,01	2,43±0,00	2,24±0,01	2,12±0,12	2,40±0,02	2,34±0,04	2,23±0,04	2,24±0,01	2,19±0,08	2,20±0,17	2,32±0,05	2,30±0,01	2,20±0,14	2,57±0,30
C11:0	0,26±0,01	0,25±0,00	0,23±0,02	0,21±0,01	0,25±0,00	0,25±0,00	0,23±0,01	0,22±0,00	0,23±0,01	0,23±0,01	0,23±0,00	0,24±0,00	0,23±0,01	0,26±0,03
C12:0	2,76±0,00	2,83±0,00	2,62±0,18	2,45±0,12	2,77±0,03	2,68±0,06	2,64±0,03	2,60±0,01	2,56±0,10	2,63±0,20	2,74±0,06	2,69±0,02	2,57±0,17	2,90±0,19
C13:0	0,14±0,01	0,11±0,00	0	0,12±0,004	0,12±0,00	0	0,13±0	0,13±0,00	0,13±0,00	0,12±0,01	0,11±0,00	0,12±0,00	0,12±0,00	0,12±0,01
C14:0	10,5±0,06	10,09±0,00	9,34±0,63	9,06±0,31	10,04±0,10	10,00±0,22	9,83±0,13	9,89±0,01	9,59±0,38	9,66±0,69	9,86±0,23	9,81±0,07	9,21±0,59	10,04±0,22
C14:1 n5	0,85±0,00	0,83±0,00	0,77±0,05	0,75±0,03	0,85±0,01	0,81±0,01	0,79±0,01	0,78±0,00	0,84±0,03	0,80±0,06	0,81±0,02	0,83±0,01	0,79±0,04	0,86±0,02
C15:0	1,10±0,00	1,04±0,00	0,96±0,06	0,99±0,04	1,05±0,01	1,04±0,00	1,06±0,00	1,05±0,01	0,97±0,04	0,96±0,07	1,03±0,02	1,01±0,01	0,97±0,05	1,05±0,01
C15:1 n5	0,35±0,00	0,29±0,00	0,28±0,01	0,27±0,01	0,32±0,00	0,34±0,00	0,35±0,01	0,36±0,00	0,31±0,01	0,29±0,02	0,29±0,01	0,31±0,01	0,28±0,02	0,31±0,00
C16:0	29,46±0,22	30,18±0,03	28,94±0,98	30,07±0,62	29,08±0,20	29,20±0,32	28,66±0,20	28,51±0,02	28,11±0,59	28,90±0,95	29,85±0,51	29,72±0,11	28,12±0,97	29,32±0,04
C16:1n9	1,71±0,15	1,50±0,00	1,54±0,02	1,60±0,01	1,48±0,01	1,57±0,01	1,4±0,01	1,36±0,00	1,46±0,01	1,48±0,01	1,50±0,02	1,56±0,00	1,45±0,02	1,64±0,17
C16:1n6	0,51±0,13	0,37±0,00	0,35±0,02	0,36±0,02	0,39±0,00	0,38±0,00	0,39±0	0,38±0,00	0,37±0,01	0,60±0,02	0,67±0,00	0,37±0,00	0,35±0,02	0,37±0,00
C16:2n4	0	0,53±0,00	0,49±0,03	0,54±0,09	0,12±0,00	0,53±0,01	0,55±0,01	0,55±0,00	0,53±0,02	0	0	0,51±0,00	0,48±0,03	0,51±0,00
C17:0	0,42±0,31	0,58±0,00	0,56±0,03	0,57±0,02	0,60±0,01	0,60±0,00	0,61±0,00	0,61±0,01	0,56±0,02	0,56±0,02	0,58±0,01	0,57±0,00	0,54±0,03	0,57±0,00
C16:3n4	0,49±0,22	0,30±0,00	0,29±0,01	0,30±0,00	0,31±0,00	0,32±0,00	0,31±0,00	0,30±0,00	0,31±0,00	0,29±0	0,29±0,00	0,30±0,00	0,29±0,00	0,30±0,00
C18:0	10,58±0,10	11,16±0,01	10,55±0,52	10,49±0,33	11,11±0,08	11,05±0,15	11,29±0,13	11,45±0,00	10,71±0,30	10,50±0,54	11,21±0,21	11,03±0,05	10,09±0,50	10,4±0,04
C18:1n9	25,56±0,18	25,53±0,03	28,46±2,54	28,12±1,77	26,92±0,89	27,52±1,17	27,25±0,60	26,11±0,03	29,44±1,90	27,27±3,27	25,6±0,33	26,47±0,39	28,83±2,31	27,04±1,23
C18:1n7	0,22±0,00	0,88±0,00	0,85±0,00	0,92±0,09	0,25±0,00	0,79±0,00	0,78±0,04	0,79±0,03	0,61±0,06	0,75±0,12	0,84±0,01	0,83±0,00	0,79±0,01	0,67±0,33
C18:2n6	2,42±0,03	2,99±0,01	3,33±0,38	3,36±0,27	2,97±0,03	2,81±0,16	2,83±0,01	2,65±0,04	3,03±0,31	3,23±0,26	3,06±0,05	3,22±0,06	4,33±0,27	3,01±0,10
C18:2n4	0,20±0,00	0,14±0,00	0,16±0,01	0,16±0,00	0,14±0	0,19±0,00	0,15±0,02	0,14±0,00	0,12±0,00	0	0,16±0,01	0,14±0,00	0,17±0,01	0,16±0,03
C18:3n6	0	0	0	0	0	0	0	0,06±0,00	0	0	0	0	0	0
C18:3 n4	0,15±0,01	0	0	0	0,13±0	0	0,14±0,00	0,14±0,00	0,12±0,00	0	0,12±0,00	0,14±0,00	0,13±0,01	0,13±0,00
C18:3n3	0,32±0,02	0,28±0,00	0,37±0,03	0,38±0,02	0,32±0,00	0,32±0,02	0,31±0,01	0,29±0,00	0,29±0,03	0,31±0,02	0,28±0,01	0,35±0,01	0,61±0,01	0,33±0,01
CLA c9, t11	0,81±0,00	0,65±0,00	0,67±0,01	0,68±0,01	0,73±0,01	0,75±0,01	0,82±0,00	0,84±0,03	0,78±0,00	0,73±0,01	0,66±0,00	0,72±0,00	0,69±0,01	0,70±0,01
C18:4n3	0	0	0	0,15±0,06	0	0	0	0	0,11±0,03	0,11±0,08	0	0	0,15±0,05	0
CLA c10, c12	0,21±0,00	0,18±0,00	0,21±0,02	0,20±0,00	0,20±0,00	0,21±0,01	0,21±0,00	0,21±0,02	0,22±0,01	0,20±0,02	0,18±0,00	0,20±0,00	0,21±0,02	0,18±0,02
C20:0	0,25±0,01	0,20±0,00	0,18±0,00	0,17±0,03	0,21±0,00	0,19±0,00	0,20±0,00	0,22±0,01	0,21±0,00	0,19±0,01	0,20±0,00	0,20±0,00	0,19±0,01	0,19±0,00
C20:1n9	0,14±0,00	0,12±0,00	0	0	0	0	0,11±0,00	0	0,14±0,01	0,10±0,02	0,09±0,01	0	0	0
CLA t9,t11	0	0,12±0,01	0	0	0,11±0,00	0	0,10±0,00	0,10±0,01	0	0,08±0,02	0	0,10±0,00	0	0
C20:3n6	0	0	0	0,11±0,00	0	0	0	0,10±0,00	0,10±0,00	0,12±0,00	0,13±0,00	0	0,1±0,00	0
C20:4n6	0,17±0,00	0,19±0,00	0,17±0,01	0,18±0,01	0,18±0	0	0	0,10±0,00	0,10±0,00	0,12±0,00	0,13±0,00	0,19±0,00	0,15±0,03	0,19±0,00
C20:3n3	0,14±0,01	0	0,17±0,01	0	0	0	0	0,17±0,00	0,16±0,01	0,22±0,01	0,19±0,00	0	0	0
C22:0	0,20±0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C20:5n3	0	0,13±0,00	0	0,14±0,01	0,15±0,01	0,25±0,01	0,14±0,00	0,13±0,00	0,15±0,00	0,15±0,03	0,10±0,01	0	0	0
C23:0	0,41±0,00	0,27±0,01	0,33±0,03	0,23±0,02	0,27±0,01	0,30±0,01	0,23±0,02	0,14±0,10	0,16±0,00	0,26±0,00	0,34±0,01	0,21±0,00	0,17±0,02	0,20±0,02
C22:5n3	0,21±0,04	0,15±0,03	0,19±0,02	0,16±0,01	0,18±0,00	0,21±0,01	0,16±0,00	0,16±0,01	0,16±0,00	0,13±0,01	0,14±0,00	0,18±0,00	0,18±0,00	0,18±0,00
C24:0	0,17±0,01	0	0	0	0	0	0	0	0,39±0,07	0,16±0,07	0	0	0,14±0,04	0
C22:6n3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam SFA	61,72±0,01	62,54±0,05	59,18±2,90	59,66±1,86	61,42±0,49	61,23±0,80	60,42±0,66	61,38±0,09	58,84±1,59	59,63±2,79	61,56±1,12	61,12±0,29	57,55±2,59	61,27±1,37
Toplam MUFA	29,35±0,45	30,05±0,03	32,74±2,31	32,56±1,52	30,32±0,86	31,93±1,16	31,61±0,55	30,33±0,02	33,7±1,77	31,29±3,06	29,79±0,30	30,89±0,37	32,97±2,18	31,41±0,70
Toplam PUFA	5,23±0,02	5,64±0,05	6,06±0,37	6,36±0,13	5,54±0,05	5,59±0,21	5,91±0,00	5,85±0,02	6,06±0,33	5,55±0,44	5,35±0,08	6,24±0,09	7,65±0,28	5,86±0,14
Toplam CLA	1,01±0,00	0,95±0,00	0,88±0,03	0,88±0,01	1,04±0,01	0,96±0,02	1,13±0,00	1,15±0,05	0,99±0,00	1,01±0,04	0,84±0,00	1,02±0,013	0,90±0,02	0,88±0,03
EPA + DHA	0,21±0,04	0,15±0,03	0,19±0,02	0,16±0,01	0,18±0,00	0,21±0,01	0,16±0,00	0,16±0,01	0,16±0,00	0,13±0,01	0,14±0,00	0,18±0,00	0,18±0,00	0,18±0,00

Çalışmamızın sonucunda elde ettiğimiz bulgular ışığında doymuş yağ asitleri yüzdelерinin $54,8 \pm 0,615$ ile $66,12 \pm 0,096$ arasında değiştiğı saptanmış olup bu yağ asidi grubu tespit ettiğimiz diğer iki gruba beraber yüzdelik bakımdan ilk sırayı almaktadır. Bu yağ asidi grubundaki miktar olarak önemlilik arzeden yağ asitleri C14:0 (Miristik Asit) $8,43\%$ ile $10,5$ arasında, C16:0 (Palmitik Asit) $27,06$ ile $39,19$ arasında ve C18:0 (Stearik Asit) $7,82$ ile $12,99$ arasında tespit edilmiştir. Gerek doymuş yağ asitleri grubunda gerekse tüm yağ asitleri içerisinde en yüksek yüzdeyi yaklaşık 30 'luk bir oranla palmitik asit meydana getirmektedir. Bu 3 yağ asidi yaklaşık olarak toplam doymuş yağ asitlerinin 85 'ini oluşturmaktadır. İkinci yağ asidi grubumuz olan analizler sonucunda örneklerde tespit edilen tekli doymamış yağ asitleri 7 adet yağ asidinden oluşmaktadır. Buradaki en yüksek yüzdeye sahip olan C18:1 (Oleik Asit) asidi $21,56 \pm 0,043$ ile $32,7 \pm 0,754$ arasında değişmektedir. Bu yağ asidi toplam tekli doymamış yağ asitlerinin yaklaşık 95 'inden fazlasını oluşturmaktadır. Çoklu doymamış yağ asitleri yüzdeleri de toplam yağ asitlerinin yaklaşık 5 'ini oluşturmaktadır. Bu yağ asidi grubu arasındaki majör bileşen olan C18:2 (Linoleik Asit) ise bu grubun yaklaşık olarak yarısını oluşturmaktadır.

Sharma et al.'ın (2021) inek sütü ve keçi sütünden imal edilmiş yoğurtlarla yürüttüğü bir yağ asidi analiz çalışmasında keçi sütünden üretilen yoğurtta 38 adet, inek sütünden üretilen yoğurtta ise 31 adet yağ asidi tespit edilmiştir. Genel olarak ruminant kaynaklı tüm süt ürünlerinde olduğu gibi doymuş yağ asitleri bu çalışmada da toplam yağ asitleri arasında önemli bir miktarda yer tutmaktadır. Söz konusu çalışmada doymuş yağ asitleri (SFA) toplam yağ asitlerinin inek sütünden imal edilmiş yoğurtta $60,96$ 'sını keçi sütünden imal edilmiş yoğurtta ise $66,26$ 'sını teşkil etmektedir. İnek sütünden üretilmiş yoğurtta doymuş yağ asitleri arasından miristik asit $8,44$, palmitik asit $26,20$ ve stearik ise $11,02$ 'lik miktarları ile öne çıkmaktadır. Bu sonuçlar ise bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Yine söz konusu çalışmada tekli doymamış yağ asitleri açısından ise toplamda 89 'u oleik asit olmak üzere $18,77$, çoklu doymamış yağ asitleri açısından ise 66 'sı linoleik asit olmak üzere $3,86$ 'lık bir yüzde belirlemişlerdir. Yine aynı şekilde *cis9*, *trans-11* KLA $0,40$, eikozapentaenoik asit $0,03$ olarak tespit edilmiş, dokzaheksaenoik asit ise tespit edilememiştir. Elde edilen bu sonuçlar ise bizim elde ettiğimiz sonuçlardan daha

düşük olup bu değerler yoğurtların kimyasal bileşiminin ve çeşitlerinin farklı olması ile açıklanabilir.

Kowaleski et al.'ın (2020) çilek ve çiya ile zenginleştirilmiş yoğurtlar üzerinde gerçekleştirdiği bir çalışmada sadece çilek içeren kontrol grubunda toplam doymuş yağ asidi oranı % 88 olarak tespit edilmiş, bunun içerisinde miristik asit % 15, palmitik asit % 43 ve stearik asit ise % 14 olarak belirlenmiştir. Burada da palmitik asit yüzde olarak en fazla tespit edilen yağ asidi olarak belirlenmiştir. Yine aynı çalışmada tekli doymamış yağ asidi yüzdesi % 9,3, çoklu doymamış yağ asidi yüzdesi ise % 4,9 olarak belirlenmiştir. Tekli doymamış yağ asitlerinin içinde oleik asit % 2,6, çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik asit ise % 2,5 olarak tespit edilmiştir. Konjuge linoleik asit miktarı ise % 1,29 olarak saptanmış olup, bu sonuçlar bizim çalışmamızdaki meyveli yoğurt grubu örnekleriyle benzerlik göstermektedir. Çiya içeren örneklerdeki yağ asidi yüzdelerinin farklı olması, ürün içeriğinin yağ asidi profiline etki etmesi şeklinde yorumlanabilmektedir.

Garzón et al. (2021), bir çeşit yabanmersini olan ve yüksek miktarda biyokimyasal bileşik içeren *Vaccinium meridionale* bitkisini doğal bir gıda renklendiricisi olarak Yunan tip yoğurtlarda kullanmış ve son ürünün çeşitli biyokimyasal özelliklerinin yanında serbest yağ asidi ve konjuge linoleik asit miktarlarını belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda ürünlerde tespit edilen yağ asitlerinden palmitik asit, oleik asit, stearik ve miristik asitler ürünlerdeki yağ asidi yüzdesinin büyük bir kısmını meydana getirmişlerdir. Bu değerler sırasıyla; palmitik asit için $30,54 \pm 0,17$ ile $31,13 \pm 0,33$ arasında, oleik asit için $29,95 \pm 1,25$ ile $30,42 \pm 1,16$ arasında, stearik asit için $13,14 \pm$ ile $13,56 \pm 0,58$ arasında ve son olarak miristik asit için $10,51 \pm 0,75$ ile $10,88 \pm 0,59$ olarak tespit edilmiştir. Toplam doymuş yağ asidi yüzdesi (SFA) % $63,00 \pm 0,70$ olarak, toplam tekli doymamış yağ asidi yüzdesi (MUFA) % $33,61 \pm 1,64$ ve toplam çoklu doymamış yağ asidi yüzdesi (PUFA) ise % $4,53 \pm 0,25$ olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar ise bizim bütün ürün gruplarımızda elde ettiğimiz yağ asidi yüzdeleri sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Yine aynı çalışmada *cis-9*, *trans-11* KLA izomeri % $1,46 \pm 0,18$ ve *trans-10*, *cis-12* KLA izomeri ise % $0,25 \pm 0,04$ gerçekleşmiş ve toplam KLA izomer yüzdesi ise % $1,71 \pm 0,16$ olarak saptanmıştır. Meyve pulpu ile renklendirme işlemi sonucunda ise toplam KLA yüzdesi artış

göstermiştir. Bu artışa sebep olarak ise *Lactobacillus* suşlarının fermentasyon esnasında diyet lifi varlığında KLA üretimini desteklemesi olarak gösterilmiştir (Gutiérrez, 2016).

Paolo et al. (2020) tarafından yürütülen bir çalışmada dokazahekzaenoik asit açısından zengin olan bir mikroalg olan *Aurantiochytrium sp.* ile zenginleştirilmiş yağsız yoğurt üretilmiştir. Kontrol grubu olan yoğurtlarda dokazahekzaenoik asit (DHA) tespit edilemez iken, *Aurantiochytrium sp.*'te ve *Aurantiochytrium* ile zenginleştirilmiş yoğurtta DHA miktarı sırasıyla % $29,7 \pm 0,4$ ve % $18,7 \pm 2$ olarak saptanmıştır. Kontrol grubunda toplam doymuş yağ asitleri yüzdesi (SFA) % $61,8 \pm 1,0$ bulunurken bunun % $9,7 \pm 0,8$ 'ini miristik asit, % $34,5 \pm 0,5$ 'ini palmitik asit ve % $13,3 \pm 0,9$ 'ini stearik asit oluşturmuştur. Toplam tekli doymamış yağ asitlerinde (MUFA) ise oran % $30,2 \pm 1,4$ olarak tespit edilmiştir. Bunun % $24,1 \pm 1,3$ 'lük kısmı ise oleik aside ait olarak bulunmuştur. Son olarak toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) % $4,9 \pm 0,3$ olarak belirlenmiş ve bunun içinde linoleik asit yüzdesi % $4,5 \pm 0,3$ olarak bulunmuştur. Tespit edilen bu sonuçlar yüzdesel olarak bizim bütün ürün gruplarımız ile büyük benzerlikler göstermektedir.

Paszczyk et al. (2019) tarafından gerçekleştirilen ve inek, koyun ve keçi sütlerinden üretilen yoğurtlardan inek sütünden elde edilen yoğurtları incelediğimizde toplam doymuş yağ asitlerinin (SFA) % $62,51 \pm 0,60$, toplam tekli doymamış yağ asitlerinin (MUFA) % $24,15 \pm 0,45$ ve toplam çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) % $3,22 \pm 0,55$ 'lik bir orana sahip olduğu görülmektedir. Bu yağ asidi gruplarının içerisinde önem taşıyan yağ asitlerine bakacak olduğumuzda doymuş yağ asitlerinden miristik asidin % $12,96 \pm 0,21$, palmitik asidin % $31,44 \pm 0,67$ ve stearik asidin % $7,83 \pm 0,58$ olarak tespit edildiğini görmekteyiz. Bu değerler bizim çalışmamızda elde ettiğimiz tüm ürün gruplarındaki toplam doymuş yağ asidi yüzdeleri ve bireysel yağ asitleri yüzdeleri ile büyük ölçüde benzerlik göstermektedir. Tekli doymamış yağ asitlerinde oleik asidin miktarı % $17,51 \pm 0,41$ ve çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik asidin miktarı % $1,54 \pm 0,56$ olarak tespit edilmiştir. Konjuge linoleik asitlerden izomerinin yüzdesi ise % $0,53 \pm 0,02$ olarak bulunmuş olup bu değer bizim çalışmamızdaki yoğurt çeşitlerinde tespit edilen KLA *cis-9*, *trans-11* miktarının biraz altındadır. Gözlemlenen bu farklılık

ürünlerin kimyasal kompozisyonlarının, sütün elde edildiği hayvanın beslenme koşullarının veya proses koşullarının farklı olması ile açıklanabilmektedir.

Ghoneem et al.'ın (2018) yürüttüğü bir çalışmada ise soya, manda ve inek sütünden çeşitli bileşimlerde yoğurtlar üretilmiş ve bu yoğurtların serbest yağ asit yüzdeleri belirlenmiştir. Buna göre inek sütünden elde edilen yoğurtlarda toplam doymuş yağ asitleri (SFA) yüzdesi % 60,75, toplam tekli doymamış zincirli yağ asitleri (MUFA) yüzdesi % 32,40 ve son olarak da toplam çoklu doymamış zincirli yağ asitleri yüzdesi ise % 6,13 olarak tespit edilmiştir. Bu yağ asidi grupları arasında öne çıkan yağ asitlerine baktığımızda ise doymuş yağ asitlerinden miristik asidin yüzdesi % 9,54, palmitik asidin yüzdesi % 26,50 ve stearik asidin yüzdesi de 11,88 olarak belirlenmiştir. Tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asidin yüzdesi % 26,36 ve çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik asidin yüzdesi ise % 2,43 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ise bizim çalışmamızdaki tüm yoğurt çeşitlerinde tespit ettiğimiz değerlerle büyük benzerlikler göstermektedir.

4.3 Yoğurt Gruplarına Göre Yağ Asidi Profilinin ve Konjuge Linoleik Asit Miktarlarının Değerlendirilmesi

Yoğurt gruplarının yağ ve yağ asidi miktarlarının karşılaştırıldığı Tablo-4'e bakıldığında beklendiği üzere süzme yoğurt grubunun en fazla yağ miktarına, light yoğurt grubunun ise en düşük yağ miktarına sahip olduğu görülmektedir. Toplam doymuş yağ asidi (SFA) oranı incelendiğinde en yüksek oran organik yoğurtta tespit edilirken tam yağlı sade yoğurt, süzme yoğurt, meyveli yoğurt, probiyotik yoğurt ve probiyotik meyveli yoğurt çeşitleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Diğer taraftan light yoğurt grubunun en düşük doymuş yağ asidi miktarına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Tekli doymamış yağ asidi (MUFA) miktarlarına bakıldığında $p<0,05$ düzeyinde en yüksek oran light yoğurt grubunda en düşük oran ise organik yoğurtta bulunmuştur. Tam yağlı yoğurt, süzme yoğurt, meyveli yoğurt, probiyotik yoğurt ve probiyotik meyveli yoğurt grupları arasında ve light yoğurt, meyveli yoğurt ve probiyotik meyveli yoğurt grupları arasında ve ayrıca süzme yoğurt ile organik yoğurt çeşitleri arasında tekli doymamış yağ asidi açısından istatistiksel olarak bir farklılık saptanmamıştır. Tekli doymamış yağ asidi miktarı açısından ise doymuş yağ asidi miktarının tam tersi

olarak bu defa organik yoğurdun en düşük light yoğurdun ise en yüksek miktara sahip olduğu görülmektedir. Çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) miktarı açısından diğer gruplardan farklılık gösteren probiyotik meyveli yoğurt grubunda en yüksek oran tespit edilmiştir. Kalan diğer yoğurt çeşitlerinde çoklu doymamış yağ asitleri miktarı açısından anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir ($p>0,05$). Diğer taraftan eikozapentaenoik asit ve dokazahekzaenoik asit (EPA+DHA) toplamına baktığımızda ise light yoğurt grubu dışında miktar olarak gruplar arasında bir farklılık gözlemlenmemiş ($p>0,05$) olup light yoğurt grubunda herhangi bir miktar tespit edilememiştir.

Çizelge 4.4 Yoğurt Çeşitlerinin Yağ (%), Toplam SFA (%), Toplam MUFA (%), Toplam PUFA (%), EPA+DHA (%) Miktarları

	n	Yağ (%)	SFA (%)	MUFA (%)	PUFA (%)	EPA+DHA (%)
Tam Yağlı Sade Yoğurt	15	3,30±0,32 ^{bc}	61,49±1,33 ^b	30,23±7,61 ^b	5,64±0,39 ^b	0,13±0,03 ^a
Light Yoğurt	9	0,76±0,46 ^e	57,22±2,04 ^c	34,83±1,32 ^a	5,47±0,41 ^b	-
Süzme Yoğurt	15	6,28±1,21 ^a	60,87±0,56 ^b	29,41±0,49 ^{bc}	5,51±0,24 ^b	0,17±0,09 ^a
Organik Yoğurt	3	2,90±0,26 ^c	66,12±0,07 ^a	26,12±0,03 ^c	5,38±0,04 ^b	0,14±0,02 ^a
Meyveli Yoğurt	27	2,26±0,51 ^d	60,71±1,43 ^b	31,41±1,58 ^{ab}	5,81±0,35 ^b	0,18±0,02 ^a
Probiyotik Yoğurt	6	3,65±0,22 ^b	60,60±1,71 ^b	30,54±1,60 ^b	5,45±0,22 ^b	0,14±0,01 ^a
Probiyotik Meyveli Yoğurt	9	1,73±0,09 ^d	59,98±2,10 ^b	31,75±1,25 ^{ab}	6,58±0,82 ^a	0,18±0,00 ^a

n = 3 paralelli olarak analiz edilen örnek sayısı

^{a-e}: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.5'te yoğurt gruplarına ait toplam KLA ve KLA izomerlerinin ayrı ayrı miktarları verilmiştir. Konjuge linoleik izomerleri açısından yoğurt gruplarını incelediğimizde toplam KLA miktarı en yüksek olan grup tam yağlı sade yoğurt (TYY) olarak gözlemlenmektedir. Tam yağlı sade yoğurt (TYY), süzme yoğurt (SY) ve meyveli yoğurt (MY) arasında; light yoğurt (LY), süzme yoğurt (SY), meyveli yoğurt (MY), probiyotik yoğurt (PY) ve probiyotik meyveli yoğurt (PMY) arasında ise istatistiksel olarak anlamlı sayılabilecek bir fark bulunmamaktadır.

Toplam KLA açısından en düşük miktar ise organik yoğurtta (OY) gözlemlenmiştir.

Süt ürünlerindeki konjuge linoleik asit miktarı çiğ sütün başlangıçtaki miktarına, sonradan rumendeki mikrobiyal enzimatik reaksiyonlara ve proses esnasındaki ileri izomerizasyona bağlı olmaktadır. Bunun yanında gıdaların fermentasyonunda kullanılan bazı kültürlerin de KLA *cis*-9, *trans*-11 izomeri üretebilme kabiliyetinde olduğu bilinmektedir. *cis*-9, *trans*-11 izomerinin yoğurtlarda birincil baskın izomer olduğu, *trans*-10, *cis* 12 izomerinin ise daha az miktarlarda bulunduğu çeşitli çalışmalarda belirlenmiştir (Akalın et al., 2007, Martins et al., 2007)

Çalışmamız kapsamındaki yoğurt örneklerinin toplam KLA ve KLA *cis*-9, *trans*-11 izomeri incelendiğinde probiyotik bakteri içeren sade ve meyveli yoğurt gruplarının tam yağlı sade yoğurt grubuna göre bu yağ asitlerini daha düşük miktarda içerdiği görülmektedir. Bu durumun yoğurt gruplarının içerdiği ürün ve marka çeşitliliğinden ve içerdikleri kültür farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.5 Yoğurt Çeşitlerinin Toplam CLA($c_9 t_{11} + t_{10} c_{12} + t_9 c_{11}$)(g/100g),
CLA $c_9 t_{11}$ (g/100g), CLA $t_{10} c_{12}$ (g/100g), CLA $t_9 c_{11}$ (g/100g)
Miktarları

	n	Toplam CLA($c_9 t_{11} + t_{10} c_{12} + t_9 c_{11}$)(g/100g)	CLA $c_9 t_{11}$ (g/100g)	CLA $t_{10} c_{12}$ (g/100g)	CLA $t_9 c_{11}$ (g/100g)
Tam Yağlı Sade Yoğurt	15	1,06±0,11 ^a	0,84±0,10 ^a	0,20±0,03 ^a	0,02±0,04 ^{ab}
Light Yoğurt	9	0,91±0,05 ^b	0,85±0,07 ^a	-	0,07±0,10 ^a
Süzme Yoğurt	15	0,98±0,10 ^{ab}	0,73±0,10 ^b	0,18±0,02 ^b	0,07±0,04 ^a
Organik Yoğurt	3	0,53±0,02 ^c	0,39±0,00 ^c	0,14±0,01 ^c	-
Meyveli Yoğurt	27	1,00±0,09 ^{ab}	0,75±0,07 ^b	0,21±0,01 ^a	0,05±0,05 ^{ab}
Probiyotik Yoğurt	6	0,92±0,10 ^b	0,70±0,04 ^b	0,19±0,01 ^{ab}	0,04±0,04 ^{ab}
Probiyotik Meyveli Yoğurt	9	0,93±0,07 ^b	0,70±0,01 ^b	0,20±0,06 ^{ab}	0,05±0,05 ^{ab}

n = 3 paralelli olarak analiz edilen örnek sayısı

^{a-c}: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p < 0,05).

KLA'in ana izomeri olan ve birçok sağlık etkisine sahip olan *cis-9,trans-11* izomeri en yu0ksek tam yağlı sade yoğurt ve light yoğurt gruplarında saptanmıştır. Tam yağlı sade yoğurt ile light yoğurt grupları arasında *cis-9,trans-11* izomeri miktarı a0ısından bir farklılık tespit edilememesi Serafeimidou et al. (2012) ve Jiang et al. (1997) tarafından yapılan 0alışmalarda da karşılaşılmıştır. Diğer yandan en dışuk *cis-9, trans-11* izomerinin organik yoğurtta tespit edilmesi toplam KLA miktarı i0in elde edilen sonu0 ile paralellik gostermektedir. Bu durum s0z konusu izomerin s0t ve s0t u0r0nlerinde oransal olarak en fazla bulunan izomer olması ile a0ıklanabilmektedir. S0zme yoğurt, meyveli yoğurt, probiyotik yoğurt ve probiyotik meyveli yoğurt grupları arasında *cis-9, trans-11* izomeri a0ısından 0nem teşkil edecek bir fark bulunmamaktadır.

KLA'nın ikincil 0nemli izomeri olan *trans-10, cis-12* izomerinin analiz edilen yoğurt grupları i0ersinde tam yağlı sade yoğurt, meyveli yoğurt, probiyotik yoğurt ve probiyotik meyveli yoğurt grupları ile s0zme yoğurt, probiyotik yoğurt ve probiyotik meyveli yoğurt grupları arasında miktar olarak istatistiksel olarak farklılık g0zlemlenmemiş olup, bu izomer en dışuk yine organik yoğurtta saptanmıştır. Light yoğurt grubunda bulunan 0rneklerde bu izomere rastlanmamıştır.

Diğer izomerlere kıyasla nispeten 0ok daha az miktarda bulunan *trans-9, cis-11* izomeri organik yoğurt dışındaki t0m yoğurt 0eşitlerinde benzer miktarlarda belirlenmiştir ($p<0,05$). Bu izomer organik yoğurtta ise tespit edilememiştir.

0alışmamızda tespit edilen KLA izomer y0zdelerine baktığımızda elde edilen sonu0ların literat0r ile uyum sağladığı g0zlemlenmektedir. Chin et al. (1992) yoğurtta *cis-9, trans-11* KLA izomerinin y0zdesini t0m KLA'e oranla % 84 olarak tespit etmiştir. Bizim sonu0larımızda ise 0zellikle tam yağlı sade yoğurt ve light yoğurt 0rneklerinde bu değerlere yakın değerler tespit edildiği g0r0lmektedir.

Serafeimidou et al. (2012) inek s0t0nden yapılmış yoğurtlarda yağı $3,326\pm1,072$ (g/100 g 0rnek), *cis-9, trans-11* KLA'i $0,859\pm0,62$ (g/100 g yağ), SFA'yı $71,211\pm0,822$ (%), MUFA'yı $25,230\pm1,846$ (%), PUFA'yı da $2,857\pm1,618$ (%) olarak belirlemiştir. Elde edilen bu sonu0lar da 0alışma sonu0larımıza benzerlik gostermektedir. S0z konusu 0alışmada inek s0t0nden u0retilen dışuk yağlı

yoğurtlarda *cis-9,trans-11* izomeri $0,614\pm0,702$ (g/100 g yağ), SFA $88,070\pm1,897$ (%), MUFA $8,300\pm0,740$ (%) ve PUFA $3,053\pm1,404$ (%) olarak bulunmuştur. Diğer yandan bu çalışmadaki az yağlı yoğurtlarda yağ miktarı ortalama $0,951\pm0,640$ (%) olarak bulunurken bizim çalışmamızda bu değer $0,76\pm0,46$ (%) olarak saptanmıştır. Görüldüğü üzere yağ asidi profili açısından bazı ufak farklılıklar olup bu durum yoğurt örneklerinin bileşiminden kaynaklanabilmektedir.

Trigueros and Sendra (2015) yaptıkları çalışmalarında İspanya'daki marketlerden toplanan yoğurt örneklerini incelemiştir. Farklı markalara sahip 4 adet sade yoğurtta bulunan toplam KLA yüzdeleri sırasıyla $0,82\pm0,02$ (%); $0,78\pm0,01$ (%); $0,84\pm0,01$ (%) ve $0,79\pm0,03$ (%) olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar çalışmamızda tam yağlı yoğurt grubu için elde edilen değerler ile paralellik göstermektedir.

Santo et al.'ın (2012) 16 adet probiyotik yoğurdun üretildiği (12 adet 3 çeşit diyet lifi içeren-4 adet meyve diyet lifi içermeyen kontrol grubu) çalışmasında kontrol grubundaki SFA miktarı 68,2 ile 71,8 g/ 100 g yağ olarak tespit edilmiş ve bu değerler meyve diyet lifi ilave edilen yoğurtlarda 61,7 ile 68,8 g /100g yağ olarak gerçekleşmiştir. Bizim çalışmamızda probiyotik yoğurt ile probiyotik meyveli yoğurt arasındaki elde etmiş olduğumuz SFA yüzdeleri probiyotik yoğurt için % 60,60 ve probiyotik meyveli yoğurt için % 59,98 olarak tespit edilmiştir. Bu değerleri yorumladığımızda aralarında bir fark gözlenmezken, Santo et al.'ın (2012) meyve diyet lifi içermeyen kontrol grubundaki SFA miktarı daha yüksek olarak gerçekleşmiş olup, bizim çalışmamızda elde ettiğimiz probiyotik yoğurt ile probiyotik meyveli yoğurt grupları arasındaki farktan daha fazla olarak gerçekleşmiştir.

Tüm meyveli probiyotik yoğurtlarda tespit edilen PUFA miktarı ($P<0,05$) meyve içermeyen kontrol gruplarından daha yüksek olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar da bizim çalışmamızda elde edilen değerler olan probiyotik yoğurt PUFA miktarı % $5,45\pm0,22$ ve probiyotik meyveli yoğurt % $6,58\pm0,82$ ile benzerlik taşımaktadır. Bu sonuçlar Kankaanpää et al. (2001) ve Das and Fams (2002) tarafından da belirtildiği üzere bir şekilde lif içeren yoğurtlar probiyotik bakterilerin canlılıklarını ve kolonizasyon yeteneklerini olumlu bir şekilde etkilemektedir.

Santo et al.'ın (2012) gerçekleştirmiş olduğu çalışmanın diyet lifi içermeyen kontrol grubu yoğurtlarında KLA cis-9, trans-11 izomeri 0,47 ile 0,80 g/ 100 g yağ olarak tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda elde edilen değerler olan 0,66 ile 0,73 g/ 100 g yağ ile benzerlik göstermektedir. meyve diyet lifi içeren yoğurtlarda ise KLA miktarı 0,54 ile 1,12 g/ 100 g yağ arasında gerçekleşmiş olup bizim çalışmamızda probiyotik meyveli yoğurtlar için elde ettiğimiz değerler olan 0,69 ile 0,72 g/ 100 g yağ ile örtüşmemektedir. Bizim çalışmamızdaki yoğurtlardaki KLA cis-9, trans-11 izomeri miktarı daha dar bir aralıkta bulunurken Santo et al.'ın (2012) çalışmasında geniş bir aralıkta olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi diyet lifi olarak kullanılan meyvelere ve yoğurtlara işlenen sütteki KLA'nın başlangıç miktarına bağlı olabilmektedir.

Santo et al.'ın (2010) gerçekleştirildiği ve meyve lifi olarak sadece açai meyvesinin kullanıldığı 10 yoğurttan oluşan çalışmada elde edilen değerleri incelediğimizde açai olmayan yoğurtlarda SFA değeri kontrol grubunda $65,77 \pm 0,11$ (g/ 100 g yağ) olarak, MUFA miktarı $26,89 \pm 0,09$ (g/ 100 g yağ) olarak, PUFA miktarı $3,73 \pm 0,05$ (g/ 100 g yağ) olarak gerçekleşmiştir. Bireysel yağ asitlerine baktığımızda ise palmitik asit miktarı $32,46 \pm 0,17$ (g/ 100 g yağ), stearik asit miktarı $13,36 \pm 0,11$ (g/ 100 g yağ), oleik asit miktarı $23,83 \pm 0,08$ ve linoleik asit miktarı ise $2,01 \pm 0,02$ (g/ 100 g yağ) olarak tespit edilmiştir. KLA miktarına baktığımızda ise bu değer $1,19 \pm 0,03$ (g/ 100 g yağ) olarak tespit edildiği belirtilmiştir. KLA değeri olarak cis-9, trans-11 miktarı alınmıştır. Bu değerleri bizim tam yağlı sade yoğurt grubuyla yapılan yağ asitleri analiziyle karşılaştırdığımızda ise SFA, MUFA, palmitik asit ve oleik asit değerleri bizim çalışmamızdaki değerler ile paralellik gösterirken, PUFA, stearik asit, linoleik asit ve KLA cis-9, trans-11 değerleri az miktarda farklılık göstermektedir. PUFA ve KLA değerleri bizim çalışmamızda bir miktar daha yüksek iken, stearik asit ve linoleik asit değerleri ise bizim çalışmamızda daha fazla miktarlarda tespit edilmiştir. Bu farklılıklar ürünlerin kimyasal bileşimlerine, ürünlere işlenecek sütlerin başlangıç kimyasal bileşimlerine ve proses koşullarına bağlı olarak meydana gelmiş olabileceği şeklinde yorumlanabilmektedir. Çalışmanın diğer bir aşamasında bu defa açai eklenerek elde edilen yağ asitleri profiline baktığımızda ise kontrol grubunda SFA ciddi miktarda azalma, MUFA ve PUFA miktarlarında ise ciddi miktarda artışlar gözlemlenmiştir. Meyve eklendiğinde palmitik asit ve

stearik asit miktarlarında azalma, oleik asit ve linoleik asit miktarlarında ise artış gözlemlenmiştir. KLA miktarı ise hemen hemen aynı kalmıştır. Bizim çalışmamızda ise tam yağlı sade yoğurt ve meyveli yoğurt grupları arasında bu seviyede ciddi miktarlarda artış veya azalış tespit edilmemiştir.

Çalışmada elde edilen açai pulplu probiyotik meyveli yoğurtların SFA miktarları $45,31 \pm 2,10$ (g/ 100 g yağ) ile $55,75 \pm 3,04$ (g/ 100 g yağ) arasında, MUFA miktarları $40,87 \pm 1,61$ (g/ 100 g yağ) ile $43,62 \pm 1,61$ (g/ 100 g yağ) arasında, PUFA $7,21 \pm 0,50$ (g/ 100 g yağ) ile $9,24 \pm 0,87$ (g/ 100 g yağ) arasında gerçekleşmiştir. KLA cis-9, trans- 11 izomeri ise $0,96 \pm 0,03$ (g/ 100 g yağ) ile $1,41 \pm 0,04$ (g/ 100 g yağ) arasında tespit edilmiştir. Bu değerleri bizim gerçekleştirdiğimiz çalışmadaki probiyotik meyveli yoğurt değerleri ile karşılaştırdığımızda SFA miktarları $57,55 \pm 2,59$ (g/ 100 g yağ) ile $61,27 \pm 1,37$ (g/ 100 g yağ) arasında, MUFA miktarları $30,89 \pm 0,37$ (g/ 100 g yağ) ile $32,97 \pm 2,18$ (g/ 100 g yağ) arasında ve PUFA miktarları ise $5,86 \pm 0,14$ (g/ 100 g yağ) ile $7,65 \pm 0,28$ (g/ 100 g yağ) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz SFA miktarları Santo et al.'ın (2010) elde ettiği değerlerden fazla olarak gözükmektedir. Ancak MUFA ve PUFA miktarları ise Santo et al.'ın (2010) elde etmiş olduğu değerlerden daha az olarak tespit edilmiştir.

Buna göre palmitik asit miktarları bizim çalışmamızda elde ettiğimiz değerlerle benzerlik göstermekte bu karşılık stearik asit, oleik asit, linoleik asit ve KLA miktarları açısından farklılıklar bulunmaktadır. Bizim çalışmamızda elde etmiş olduğumuz stearik asit daha fazla, oleik asit, linoleik asit ve KLA ise daha az olarak tespit edilmiştir. Bu farklılıkların ürün kompozisyonları ve kullanılan pulp cinsinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Akalın et al.'nın (2007) fruktooligosakkarit ilaveli probiyotik yoğurtlarda KLA analizlerini gerçekleştirdiği çalışmasında kontrol grubu olarak FOS veya probiyotik ilave edilmemiş yoğurdu kullanmış ve bu yoğurtlarda toplam KLA miktarını 2,07 mg/g yağ olarak tespit etmiştir. Bu örneklerde cis-9, trans-11 izomerinin oranı 2,02 mg/g yağ olarak belirlenirken trans-10, cis-12 izomerinin oranı ise 0,05 mg/g yağ olarak tespit edilmiştir. *Lactobacillus acidophilus* ilaveli probiyotik yoğurtlarda toplam KLA 3,28 mg/g yağ olarak bulunurken

Bifidobacterium animalis ilaveli yoğurtlarda bu değer 3,62 mg/g yağ olarak tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızdaki probiyotik yoğurtlarda elde ettiğimiz toplam KLA değeri 0,92 mg/g yağ olarak bulunmuş, *cis-9*, *trans-11* izomeri 0,70 mg/g yağ ve *trans-10*, *cis-12* ise 0,19 mg/g yağ olarak tespit edilmiştir. Görüldüğü üzere bu değerlerin farklılık göstermesi başlangıç durumundaki kimyasal kompozisyona ve probiyotik yoğurt elde etmekte kullanılan kültürlerinin farklı olması sebebiyle gerçekleşmiştir yorumu yapılabilmektedir.

Batista et al. (2015) tarafından gerçekleştirilen probiyotik yoğurtlar üzerinde yapılan bir çalışmada KLA analizi yapılmış; 5 adet örnekten elde edilen KLA'ler sırasıyla 0,88; 1,183; 1,06; 1,02; 1,28 (g/100 g yağ) olarak tespit edilmiştir. Bu ürünlere ait SFA sonuçları 67,35; 65,41; 65,59; 61,20; 68,29 (%) olarak, MUFA sonuçları 29,33; 31,17; 30,40; 30,40; 35,27; 28,16 (%) olarak ve PUFA sonuçları da 3,32; 3,42; 4,01; 3,54; 3,55 (%) olarak belirlenmiştir. Söz konusu çalışmada toplam KLA ve MUFA miktarları için elde edilen sonuçlar bizim çalışmamızda probiyotik grubu için saptanan değerlerle benzerlik göstermektedir. Diğer yandan bu çalışmada elde edilen PUFA değerleri çalışmamızda belirlenen değerlerin bir miktar altında olup bu durum yoğurt bileşimlerinin farklı olması ile açıklanabilir.

4.4 Yoğurt Gruplarının Kimyasal Özellikleri ile KLA *cis-9,trans-11* İzomeri Arasındaki Korelasyon İlişkisi

Kimyasal analizlerini gerçekleştirdiğimiz yoğurt örnekleri ile bu örneklerde bulunan KLA *cis-9,trans-11* yağ asidi izomeri arasındaki korelasyon ilişkileri Çizelge 4.6'da ifade edilmiştir. Korelasyon analizi iki ölçüm arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığını, varsa bu ilişkinin yönünü ve şiddetinin ne olduğunu belirlemek için kullanılan bir istatistiksel yöntemdir. Verilerin normal dağılıma sahip olması durumunda Pearson korelasyon katsayısı (*r*) kullanılmaktadır. Korelasyon katsayısı negatif ise iki değişken arasında ters ilişki vardır. Yani değişkenlerden biri artarken diğeri azalmaktadır şeklinde yorum yapılır.

Çizelge 4.6 Yoğurt Örneklerinin Kimyasal Özellikleri ile KLA *cis-9,trans-11* izomeri Arasındaki Korelasyon İlişkisi

	p ^H &KLA (c9t11) Korelasyon	Yağ&KLA (c9t11) Korelasyon	KM&KLA (c9t11) Korelasyon	Laktoz&KLA (c9t11) Korelasyon	Protein&KLA (c9t11) Korelasyon
Tam Yağlı Sade Yoğurt	$r=0,116$ $P=0,681$	$r=-0,836$ * $P=0,000$	$r=0,725$ * $P=0,002$	$r=0,097$ $P=0,730$	$r=0,793$ * $P=0,000$
Light Yoğurt	$r=-0,038$ $P=0,923$	$r=-0,901$ * $P=0,001$	$r=-0,588$ $P=0,096$	$r=-0,427$ $P=0,251$	$r=-0,006$ $P=0,988$
Süzme Yoğurt	$r=-0,819$ * $P=0,000$	$r=0,193$ $P=0,491$	$r=0,223$ $P=0,423$	$r=0,256$ $P=0,357$	$r=0,563$ * $P=0,029$
Organik Yoğurt	$r=1,000$ * $P=0,000$	$r=0,982$ $P=0,121$	$r=-0,752$ $P=0,458$	$r=0,500$ $P=0,667$	$r=-0,803$ $P=0,407$
Meyveli Yoğurt	$r=-0,343$ $P=0,080$	$r=0,604$ * $P=0,001$	$r=-0,117$ $P=0,562$	$r=0,157$ $P=0,433$	$r=-0,003$ $P=0,988$
Probiyotik Yoğurt	$r=-0,983$ * $P=0,000$	$r=0,843$ * $P=0,035$	$r=0,707$ $P=0,116$	$r=0,979$ * $P=0,001$	$r=-0,984$ * $P=0,000$
Probiyotik Meyveli Yoğurt	$r=0,164$ $P=0,674$	$r=0,169$ $P=0,664$	$r=-0,169$ $P=0,664$	$r=-0,763$ * $P=0,017$	$r=0,540$ $P=0,133$

*İki değişken arasında 0,05 düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmaktadır.

Korelasyon katsayısının pozitif olduğu durumda ise değişkenlerden biri artarken diğeri de artmaktadır yorumu yapılır. Bu bilgilerin ışığında Çizelge 4.6 incelendiğinde P değeri 0,05'ten küçük olan ilişkiler önem arz etmektedir. Buna göre tam yağlı sade yoğurtta KLA *cis-9, trans-11* izomeri ile yağ, KM ve protein arasında anlamlı bir ilişki olduğu gözlemlenmektedir ($P<0,05$). Bu korelasyon yağda ciddi derecede negatiflik düzeyindeyken KM ve protein analizlerinde hatırı sayılır derecede pozitif sonuç vermiştir. Yani tam yağlı yoğurt grubunda yağ miktarı arttığı zaman KLA azalmış, KM ve protein arttığı zaman ise KLA önemli düzeyde artış göstermiştir.

Tam yağlı yoğurt grubumuzda pH ve KLA *cis-9,trans-11* izomeri arasında ise herhangi bir anlamlı ilişki bulunmamış olup bu durum Serafeimidou et al.' in (2012) çalışmalarındaki inek sütünden üretilen yoğurtlardan elde edilen sonuç ile paralellik göstermektedir. Aynı araştırmacılar yağ ve KLA *cis-9,trans-11* izomeri arasında anlamlı bir ilişki tespit etmezken protein ile KLA *cis-9,trans-11* izomeri arasında zayıf negatif bir korelasyon saptamışlardır.

Lin et al. (1995)'nın yaptıkları çalışmada ise süt ürünlerindeki yağ ve proteinin KLA miktarını etkilediğini; protein ile KLA arasındaki pozitif ilişkinin proteinlerin hidrojen donörleri olarak rol almalarından ve böylece KLA oluşumunu kolaylaştırmalarından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Söz konusu araştırmacıların bu yorumu çalışmamızdaki protein ile KLA arasındaki pozitif korelasyonu da açıklayabilmektedir.

Bunun yanında süt ürünlerinin kimyasal bileşimi ile KLA miktarı arasındaki korelasyonu etkileyebilecek en önemli unsurlardan birisi sütün bileşimidir. Bu konudaki çalışmalar arası farklılıklar farklı üretim proseslerinden, hayvan yemlerinden ve nihayetinde üretimde kullanılan sütün karakteristiklerinden kaynaklanabilmektedir (Prandini et al., 2001)

Light yoğurt grubunda ise sadece yağ ile KLA *cis-9,trans-11* izomeri arasında negatif kuvvetli bir anlamlılık ilişkisi gözlemlenmiştir. Süzme yoğurtta pH ve protein miktarları ile KLA arasında korelasyon bulunmaktadır. Bu ilişki pH'ta negatif yönlü iken proteinde ise pozitif yönlü olarak belirlenmiştir. Çalışmamız kapsamında üzerinde çalışılan organik yoğurdun pH değeri dışında kimyasal parametreleri ile KLA *cis-9,trans-11* izomeri arasında istatistiksel anlamda bir ilişki tespit edilememiştir. Meyveli yoğurtta yağ ile KLA *cis-9,trans-11* izomeri arasında pozitif bir korelasyon var iken probiyotik meyveli yoğurtta ise laktoz ile KLA *cis-9,trans-11* izomeri arasında güçlü bir negatif korelasyon bulunmuştur. Probiyotik yoğurtta KLA ile pH, yağ, protein ve laktoz arasında korelasyon gözlemlenmiştir. Bu korelasyonlardan pH ile olan güçlü bir negatif korelasyon, yağ ve laktoz ile olanlar ise güçlü bir pozitif korelasyon sergilemektedir.

5. SONUÇ

Fonksiyonel gıdalar, bileşiminde insan metabolizmasına faydalı etkiler sunabilecek bileşikler içeren gıdalar olarak tanımlanabilir. Süt ve süt ürünlerinde insan sağlığına önemli katkılar yapabilme potansiyeli olan laktoferrin, immünoglobülin, oligosakkaritler, polar lipidler, trans yağ asitleri, glikomakropeptitler, orta zincirli yağ asitleri gibi çeşitli biyoaktif bileşikleri bulundurmaktadır. Konjuge linoleik asit de bu bileşenler arasında sayılmaktadır.

Yoğurt Türk toplumunun beslenmesinde çok eski zamanlardan beri önemli bir yer tutmaktadır. Laktik asit fermentasyonu sonucu oluşan bir fermente süt ürünü olan yoğurdun sağlık için bir çok faydası bulunmaktadır. İçerdiği birçok mikro besin öğelerinin yanında laktoz intoleransı, antimikrobiyal aktivite ve serum kolesterolünü düşürücü etkileri bulunmaktadır. Bu faydalı bileşiklerden olan konjuge linoleik asit de yoğurtta bulunmaktadır.

Konjuge linoleik asit konjuge çift bağ içeren linoleik asidin pozisyonel ve geometrik izomerlerinin bir karışımıdır. Konjuge linoleik asidin en önemli iki izomeri rumenik asit olarak da adlandırılan *cis-9,trans-11* izomeri ile *trans-10,cis-12* izomerleridir. Başta yoğurt olmak üzere birçok fermente süt ürününde toplam KLA izomerlerinin yaklaşık % 80-90 arasındaki miktarı *cis-9,trans-11* izomerine aittir. Antikanserojen gibi sağlık için önemli özelliğe sahip olan izomeri *cis-9,trans-11* izomeri, daha çok vücut yağı azaltıcı ve zayıflatıcı özelliği olan izomeri ise *trans-10,cis-12* izomer olarak değerlendirilmektedir.

Genel olarak konjuge linoleik asidin güvenli bir gıda bileşeni olarak görülmesinden ve olası sağlığa faydalı etkilerinden dolayı süt ve süt ürünlerinde KLA miktarını tespit çalışmaları yürütülmektedir. Bu çalışmaların özellikle yoğurtta nispeten daha az miktarda yapılmasından dolayı literatüre katkı sağlamak amacıyla böyle bir çalışma yapılmış ve sonuçlar paylaşılmıştır.

Bu çalışmada İzmir piyasasını temsil edecek şekilde tam yağlı sade yoğurt, light yoğurt, süzme yoğurt, organik yoğurt, meyveli yoğurt, probiyotik yoğurt ve probiyotik meyveli yoğurt olarak toplamda 7 yoğurt grubunda 28 örnek kullanılmış

ve bu örneklerin kimyasal özellikleri, yağ asidi profilleri ve KLA miktarı tespit edilmiştir.

Çalışmada kimyasal özelliklerinden pH, yağ, kuru madde, laktoz ve protein analizleri yapılmış ve sonuçların genellikle literatüre uygun olduğu gözlemlenmiştir.

Ürünlerin yağ asidi profilleri tespit edilmiş ve toplam 40 tane yağ asidi; doymuş yağ asitleri (SFA), tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), KLA ve EPA+DHA gruplarına ayrılarak g/100 g yağ cinsinden belirlenmiştir. Sonuçlar literatür ile karşılaştırılmış özellikle doymuş yağ asitleri (SFA) ve miristik asit, palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit gibi asitlerin yüzdelerinin literatürdeki çalışma sonuçları ile paralellik gösterdiği gözlemlenmiştir. Farklılıklar ürünlerin kimyasal bileşimleri, hayvanın beslenme koşulları ve proses koşullarının farklılıklarından kaynaklanabileceği belirtilmiştir.

Tüm yoğurt örneklerinde tespit edilen yağ asidi miktarlarına bakıldığında toplam doymuş yağ asidi miktarının toplam tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi miktarları ile kıyaslandığında en yüksek payı oluşturduğu görülmektedir. Tüm yağ asidi çeşitleri incelendiğinde ise çalışma kapsamındaki yoğurt çeşitlerinde % 27,06 - % 39,19 arasında değişen oranlarda en yüksek payın palmitik aside (C16:0) ait olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan tekli doymamış yağ asitleri arasında da % 21,56 - % 32,7 arasında olmak üzere en yüksek miktar oleik asit (C18:1) için saptanmıştır. Çoklu doymamış yağ asidi grubu ise toplam yağ asitlerinin yaklaşık % 5'ini oluşturmakta olup bu grup içerisindeki majör yağ asidi ise linoleik asit (C:18:0) olarak belirlenmiştir.

Ürünlerin ayrıca grup bazında istatistiksel hesaplamaları yapılmış sonuçlar ortalama ve standart sapma şeklinde ifade edilmiştir. İstatistiksel farklılıklar $p < 0,05$ düzeyinde grup bazında belirtilmiş ve sonuçlar paylaşılmıştır. Grup bazında yapılan diğer çalışmalar ile karşılaştırılmış özellikle KLA miktarı bakımından bazı yoğurt gruplarında benzerlikler bulunmuş ve farklılıkların yoğurtların kimyasal özelliklerinden kaynaklanabileceği yorumu yapılmıştır. En yüksek toplam KLA tam yağlı sade yoğurt, süzme yoğurt ve meyveli yoğurt gruplarında tespit edilmiş,

KLA'in en önemli izomeri olan *cis-9, trans-11* izomeri ise literatür ile uyumlu bir şekilde en yüksek miktarları tam yağlı sade yoğurt ve light yoğurt gruplarında tespit edilmiştir. En yüksek SFA miktarı organik yoğurtta bulunurken, en yüksek PUFA miktarı probiyotik meyveli yoğurtta tespit edilmiştir. Yoğurt gruplarının MUFA yüzdeleri incelendiğinde en yüksek miktarlar light yoğurt, meyveli yoğurt ve probiyotik meyveli yoğurt gruplarında tespit edilmiş olup organik yoğurt ve süzme yoğurt gruplarında en düşük değerler saptanmıştır. EPA+DHA miktarı bakımından ise ürün grupları arasında istatistiksel anlamda fark gözlemlenmezken bu değer en yükseğine meyveli yoğurt ve probiyotik meyveli yoğurtta rastlanmıştır. Light yoğurtta ise tespit edilmemiştir.

Ürün gruplarında belirlenen toplam KLA izomerleri (*cis-9, trans-11, trans-10, cis-12, trans-9, cis 11*) miktarları incelendiğinde en yüksek oran tam yağlı sade yoğurt, süzme yoğurt ve meyveli yoğurt gruplarında tespit edilmiştir. Diğer yandan en düşük toplam KLA oranı organik yoğurt grubunda saptanmıştır. Süt ürünlerinde en yüksek KLA izomeri payını oluşturan *cis-9, trans-11* izomeri en fazla tam yağlı sade yoğurt ve light yoğurt gruplarında belirlenirken en düşük oran organik yoğurt grubunda tespit edilmiştir. KLA izomerleri arasında ikinci büyük payı oluşturan *trans -10, cis-12* izomeri ise en fazla tam yağlı sade yoğurt, meyveli yoğurt, probiyotik yoğurt ve probiyotik meyveli yoğurt gruplarında saptanırken söz konusu izomer light yoğurt grubunda belirlenememiştir.

Süt ürünlerinde oran olarak en az payı oluşturan *trans-9, cis-11* izomeri ise çalışma kapsamında incelenen organik yoğurtta belirlenememiş olup diğer ürün gruplarında benzer oranlarda tespit edilmiştir.

Bunun yanında KLA *cis-9, trans-11* izomeri ile ürün gruplarının kimyasal özellikleri ile "Pearson Korelasyon Katsayı" analizi gerçekleştirilmiş ve $p < 0,05$ düzeyinde anlamlı ilişki bulunan özellikler tespit edilmiştir. Sonuçlar daha sonra literatür ile karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır. Buna göre tam yağlı sade yoğurt grubunda KLA *cis-9, trans-11* izomeri ile ürünlerin toplam KM ve protein miktarları arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki saptanırken KLA *cis-9, trans-11* izomeri ile yağ miktarı arasında ciddi derecede negatif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Light yoğurt grubunda ise KLA *cis-9, trans-11* izomeri ile yağ oranı

arasındaki korelasyon ilişkisi önemli bulunmuş olup pozitif yönde güçlü bir korelasyon tespit edilmiştir. Diğer yandan pH değeri ile KLA *cis-9, trans-11* izomeri arasında güçlü bir pozitif korelasyon ilişkisi olduğu hem süzme yoğurt hem de organik yoğurt grubu için söz konusu olmuştur. Ürünlerin yağ miktarı ile KLA *cis-9, trans-11* izomeri arasında pozitif bir korelasyon ilişkisi meyveli yoğurt ve probiyotik yoğurt grupları için belirlenirken laktoz ve protein miktarları ile KLA *cis-9, trans-11* izomeri arasında güçlü pozitif bir korelasyon ilişkisi olduğu probiyotik yoğurt grubu için belirlenmiştir. Probiyotik meyveli yoğurt grubunda ise ürünlerin kimyasal özelliklerinden sadece laktoz miktarı ile *cis-9, trans-11* izomeri arasında anlamlı bir ilişki göze çarpmakta olup söz konusu ilişkinin negatif yönde olduğu görülmüştür.

Son yıllarda sağlık üzerine yararları keşfedilen KLA'nın diyetle beraber alımı konusunda gıda ürünlerindeki miktarı üzerine çeşitli araştırmalar yapılmış ve genel olarak güvenli bir bileşen olduğu düşünülen KLA'nın çeşitli ürün gruplarında ortalama değerleri tespit edilmiştir. Bu tez çalışması ile ülkemiz piyasasında satılmakta olan farklı markalara ait yoğurt çeşitlerinde yağ asidi profili ve KLA izomerlerinin miktarı ve böylece konu ile ilgili bir durum tespiti yapılmıştır. Bu tezden elde edilen veriler piyasamızda satılan yoğurt çeşitlerindeki yağ asidi profilinde en fazla payı doymuş yağ asitlerinin aldığını; baskın olan KLA izomerinin de *cis-9, trans-11* izomeri olduğunu göstermiştir. Gerek yağ asidi profili gerekse KLA izomerleri açısından karşılaşılabilecek farklılıkların yoğurt çeşitlerinin farklı markalara ait olmasından, üretimde kullanılan çiğ süt bileşiminin ve proses koşullarının farklı olmasından kaynaklanabileceği unutulmamalıdır. Bundan dolayı gerek gıda ürünlerindeki miktarlarının gerekse sağlık etkilerinin net olarak ortaya konulabilmesi için daha fazla çalışmaya ve denemelere ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Akalın, A. S. and Tokuşoğlu, Ö.**, 2010, Determination of conjugated linoleic acid (CLA, c9, t11 and t10, c12 18:2) and -tocopherol in a dairy dessert hosmerim, *International Journal of Food Properties*, 13(1), 105-111pp.
- Amer, A. E. A.** , 2017, Effect of Lactobacillus spp. and yogurt culture on conjugated Linoleic acid content of fermented cow Milk, *Middle East Journal of Applied Sciences*, 7(4), 827-839p.
- Anonim**, 2006, TS-1330 Yoğurt Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim**, 2009, Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tebliğ No:2009/25, Ankara.
- Anonim**, 2011, Yoğurt, Modül 541GI0019, T. C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Anonim**, 2020, Dünya ve Türkiye’de Süt Sektör İstatistikleri, Ulusal Süt Konseyi Süt Raporu, ANKARA.
- AOAC Official Method** 990.03 Protein Crude in Animal Feed , 2000 AOAC International.
- Atkinson, R. L.**, 1999, Conjugated linoleic acid for altering body composition and treating obesity. In M. Yuraweez, M. Mossoba, J. Kramer, M. Pariza, & G. Nelson (Eds.), *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*, 1, 348–353p.
- Ballıkaya, S.**, 2007, Laktik Asit Bakterileri Kullanılarak Yağlardan Konjuge Linoleik Asit Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Batista, A.L.D., Silva, R., Cappato, L. P., Almada, C. N., Garcia, R.K.A., Silva M. C., Raices, R. S. L., Arellano, D. B., Sant’Ana, A. S., Conte Junior, C. A., Freitas, M. Q. and Cruz, A. G.**, Quality parameters of probiotic yogurt added to glucose oxidase compared to commercial products through microbiological, physical-chemical and metabolic activity analyses, *Food Research International*, 77, 627–635pp.
- Bauman, D. E. and Lock, A. L.**, 2006, Advanced Dairy Chemistry-Volume 2: Lipids, Third Edition, Book Chapter 4: Bioactive Components in Sheep Milk- pages: 93-125 Editors: P. F: Fox P. L. H. McSweeney, Springer, 2006, USA.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Belda, B. J., Lee, Y. and Vanden Heuvel, J. P.**, 2010, Conjugated linoleic acids and inflammation: isomer- and tissue-specific responses, *Clinical Lipidology*, 5:5, 699-717pp.
- Blankson, H., Stakkestad, J. A., Fagertun, H., Thom, E., Wadstein, J. and Gudmundsen, O.**, 2000, Conjugated linoleic acid reduces body fat mass in overweight and obese humans, *Journal of Nutrition*, 130(12), 2943–2948pp.
- Borková, M., Šulc, M., Novotná, K., Smolová, J., Hyršlová, I., Fantová, M. and Elich, O.**, 2018, The influence of feed supplementation with linseed oil and linseed extrudate on fatty acid profile in goat yoghurt drinks, *Mljekarstvo*, 68 (1), 30-36pp.
- Brownbill, R. A., Petrosian, M. and Ilich, J. Z.**, 2005, Association between Dietary Conjugated Linoleic Acid and Bone Mineral Density in Postmenopausal Women, *Journal of the American College of Nutrition*, 24(3), 177-181pp.
- Chandan, R. C., Gandhi, A. and Shah, N. P.**, 2017, Yogurt in health and disease prevention-book, Chapter 1-Yogurt: Historical Background, health benefits and global trade, page 6, Editor: Nagendra P. Shah , Elsevier, 2017.
- Chang, H., Gan, W., Liao, X., Wei, J., Lu, M., Chen, H., Wang, S., Ma, Y., Wu, Q., YU, Y. and Liu, X.**, 2020, Conjugated linoleic acid supplements preserve muscle in high-body-fat adults: A double-blind, randomized, placebo trial, *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 30, 1777-1784pp.
- Chin, S.F., Liu, W., Storkson, J.M., Ha, Y.L. and Pariza, M.W.**, 1992, Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized CLAs of anticarcinogens, *Journal of Food Composition and Analysis*, 5, 185-197pp.
- Collins, Y. F., McSweeney, P. L. H. and Wilkinson, M. G.**, 2003, Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge, *International Dairy Journal*, 13, 841-866pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Contarini, G., Pelizzola, V. and Povolo, M.**, 2009, Content of conjugated linoleic acid in neutral and polar lipid fractions of milk of different ruminant species, *International Dairy Journal*, 19, 342–344pp.
- Csapo, J. and Varga-Visi, E.**, 2015, Conjugated Linoleic Acid Production in Fermented Foods-Book Chapter-Advances in Fermented Foods and Beverages- Pages 75–105, Editor:Wilhelm Hopzapfel, Woodhead Publishing, 2015, UK.
- Çolakoğlu, H.**, 2010, Ayranın Konjuge Linoleik Asit Miktarına Laktik Destek Kültür Kullanımının Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Danków, R., Pikul, J., Wójtowski, J., Cais-Sokolińska, D., Teichert, J., Bagnicka E., Cieślak, A. and Szumacher-Strabel, M.**, 2015, The effect of supplementation with gold of pleasure (*Camelina sativa*) cake on the fatty acid profile of ewe milk and yoghurt produced from it, *Journal of Animal and Feed Sciences*, 24, 193–202pp.
- Das, U. N. and Fams, M. D.**, 2002, Essential fatty acid as possible enhancers of the beneficial actions of probiotics, *Nutrition*, 18, 786–789pp.
- DeLany, J.P. and West, D. B.**, 2000, Changes in body composition with conjugated linoleic acid, *Journal of the American College of Nutrition*, 19(4), 487-493pp.
- Dhiman, T. R., G. R. Anand, L. D. Satter, and Pariza, M.**,1999, Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets. *Journal of Dairy Science*, 82, 2146–2156pp.
- Dhiman, T. R., Helmink, E. D., Macmahon, D. J., Fife, R. L. and Pariza, M. W.**, 1999, Conjugated linoleic acid content of milk and cheese from cows fed extruded oilseeds, *Journal of Dairy Science*, 82(2), 412-419pp.
- Dhiman, T. R., Satter, L. D., Pariza, M. W., Galli, M. P., Albright, K. and Tolosa, M. X.**, 2000, Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acid, *Journal of Dairy Science*, 83(5), 1016–1027pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Domagała, D., Leszczynska, T., Koronowicz, A., Domagała, B., Drozdowska, M. and Piasna-Słupecka, E.**, 2021, Mechanisms of anticancer activity of a fatty acid mixture extracted from hen egg yolks enriched in conjugated linoleic acid diene (CLA) against WM793 melanoma cells, *Nutrients*, 13, 2348p.
- Evans, M.E., Brown, J.M. and McIntosh, M.K.**, 2002, Isomer-specific effects of conjugated linoleic acid (CLA) on adiposity and lipid metabolism, *Journal of Nutritional Biochemistry* 13, 508 –516pp.
- Fishberg, M. and Machado, R.**, 2015, History of yogurt and current patterns of consumption, *Nutrition Reviews*, 73(S1), 4–7pp.
- Fuke, G. and Nornberg, J. L.**, 2016, Systematic evaluation on the effectiveness of conjugated linoleic acid in human health, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(1), 1-7pp.
- Garzón, G. A., Medina, J. L., Montana, T. L., Sánchez, M., Novoa, C. F. and Gutiérrez, L. F.**, 2021, Utilization of *Vaccinium meridionale* S. pomace as an eco-friendly and functional colorant in greek-style yoghurt, *Journal of Food Science*, 86, 3896-3908pp.
- Gaullier, J. M., Halse, J., Hoye, K., Kristiansen, K., Fagertun, H. and Vik, H.**, 2004, Conjugated linoleic acid supplementation for 1 y reduces body fat mass in healthy overweight humans. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79, 1118—1125pp.
- Ghoneem, G., Ismail, M., El-Boraey, N., Tabekha, M. and Elashrey, H.**, 2018, Optimal combination of soy, buffalo and cow's milk in bioyogurt for optimal chemical, nutritional and health benefits, *Journal of the American College of Nutrition*, 37(1), 8-16pp.
- Gillman, M. W., Cupples, L. A. , Gagnon, D., Millen, B. E. , Ellison R. C. and Castelli, W. P. ,** 1997, Margarine intake and subsequent coronary heart disease in men, *Epidemiology*, 8, 144-149pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gorissen, L., Leroy, F., De Vuyst, L., De Smet, S. and Raes, K.,** 2015, Bacterial production of conjugated linoleic and linolenic acid in foods: a technological challenge, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(11), 1561-1574pp.
- Govari, M., Iliadis, S., Papageorgiou, D. and Fletouris, D.,** 2020, Seasonal changes in fatty acid and conjugated linoleic acid contents of ovine milk and kefalotyri cheese during ripening, *International Dairy Journal*, 109-104775.
- Gutierrez, L. F.,** 2016, Acido linoleico conjugado en leche Y leches fermentadas: Variabilidad Y efectos de los procesos tecnologicos, *Vitae*, 23(2), 134–145pp.
- Ha, Y. L., Grimm, N. K. and Pariza, M. W.,** 1987, Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid, *Carcinogenesis*, 8, 1881–1887pp.
- Haenlein, G. F. W.,** Bioactive Components in Milk and Diary Products, Foreword, Editor: Young W. Park, Wiley-Blackwell Publishing, 2009, Singapore.
- Hennessy, A. A., Ross, P. R., Fitzgerald, G. F. and Stanton, C.,** 2016, Sources and bioactive properties of conjugated dietary fatty acids, *Lipids*, 51, 377–397pp.
- Hennessy, A. A., Ross, R. P., Stanton, C., Devery, R. and Murphy, J. J.,** 2007, Functional Dairy Products, Volume:2-Book Chapter 21 - Development of dairy based functional foods enriched in conjugated linoleic acid with special reference to rumenic acid-Pages 443–495, Editor: Maria Saarela, Woodhead Publishing, 2007, USA.
- Herrera, J.A., Shahabuddin, A.K., Ersheng, G., Wei, Y., Garcia, R.G. and Lopez-Jaramillo, P.,** 2005, Calcium plus linoleic acid therapy for pregnancy-induced hypertension. *International Journal of Gynecology&Obstetrics*, 91(3), 221–227pp.
- Herrera, JA, Arevalo-Herrera, M, Shahabuddin, A.K., Ersheng, G, Herrera, S. and Garcia, R. G.,** 2006, Calcium and conjugated linoleic acid reduces pregnancy-induced hypertension and decreases intracellular calcium in lymphocytes. *American Journal of Hypertension*, 19(4):381–387pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hur, S. J., Kim H. S., Bahk, Y. Y. and Park, Y.,** 2017, Overview of conjugated linoleic acid formation and accumulation in animal products, *Livestock Science*, 195, 105–111pp.
- Hur, S. J. and Park, Y.,** 2007, Effect of conjugated linoleic acid on bone formation and rheumatoid arthritis, *European Journal of Pharmacology*, 568, 16–24pp.
- Ip, C., Singh, M. , Thompson, H. J. and Scimeca, J. A. ,**1994, Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat, *Cancer Research*, 54, 1212–1215pp.
- Jaglan, N., Kumar, S., Choudhury, P. K., Tyagi, B. and Tyagi, A. K.,** 2019, Isolation, characterization and conjugated linoleic acid production potential of bifidobacterial isolates from ruminal fluid samples of Murrah buffaloes, *Anaerobe*, 56, 40-45pp.
- Jelińska, M., Bialek, A., Gielecińska, I., Mojska, H. and Tokarz, A.,** 2017, Impact of conjugated linoleic acid administered to rats prior and after carcinogenic agent on arachidonic and linoleic acid metabolites in serum and tumors, *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 126, 1–8pp.
- Jiang, J., Bjorck, L. and Fonden, R.,** 1997, Conjugated linoleic acid in Swedish dairy products with special reference to the manufacture of hard cheese, *International Dairy Journal*, 7, 863–867pp.
- Kankaanpää, P. E., Salminen, S. J., Isolauri, E. and Lee, Y. K.,** 2001, The influence of polyunsaturated fatty acid on probiotic growth and adhesion, *FEMS Microbiology Letters*, 194, 149–153pp.
- Kar, S. E.,** 2009, Mısır Yağından Konjuge Linoleik Asit Üretimi ve Zenginleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Kim, Y., Kim, J., Whang, K. Y. and Park, Y.,** 2016, Impact of Conjugated Linoleic Acid (CLA) on Skeletal Muscle Metabolism, *Lipids*, 51, 159–178pp.
- Koba, K. and Yanagita, T.,** 2014, Health benefits of conjugated linoleic acid (CLA), *Obesity Research & Clinical Practice*, 8, 525-532pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kowaleski, J., Quast, L. B., Steffens, J., Lovato, F., Dos Santos, L. R., Da Silva, S. Z., De Souza, D. M. and Felicetti, M. A.,** 2020, Functional yoghurt with strawberries and chias seeds, *Food Bioscience*, 37, 100726p.
- Kumar, S.S., Balasubramanyam, B.V., Jayaraj Rao, K., Heartwin Amala Dhas, P. and Surendra Nath, B.,** 2017, Effect of flaxseed oil and flour on sensory, physicochemical and fatty acid profile of the fruit yoghurt, *Journal of Food Science Technology*, 54(2), 368–378pp.
- Lee, K. N., D. Kritchevsky and Pariza, M. W.,** 1994, Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits, *Atherosclerosis*, 108, 19-25pp.
- Lee, K. W., Lee H. J., Cho H. Y. and Kim, Y. J.,** 2005, Role of the Conjugated Linoleic Acid in the Prevention of Cancer, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45:2, 135-144pp.
- Lin, H., Boylston, T. D., Chang, M. J., Leudecke, L. O. and Shultz, T. D.,** 1995, Survey of the conjugated linoleic acid contents of dairy products, *Journal of Dairy Science*, 78, 2358-2365pp.
- Lopez-Plaza, B., Bermejo, L. M., Weber, T. K., Parra, P., Serra, F., Hernandez, M., Milla, S. P. and Gomez-Candela, C.,** 2013, Effects of milk supplementation with conjugated linoleic acid on weight control and body composition in healthy overweight people, *Nutricion Hospitalaria*, 28(6), 2090–2098pp.
- MacDonald, H. B.,** 2000, Conjugated Linoleic Acid and Disease Prevention: A Review of Current Knowledge, *Journal of the American College of Nutrition*, 19:sup2, 111-118pp.
- MacRedmond, R. and Dorscheid, D. R.,** 2011, Conjugated linoleic acid (CLA): Is it time to supplement asthma therapy?, *Pulmonary Pharmacology & Therapeutics* 24, 540-548pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Martins, S. V., Lopes, P. A., Alfaia, C. M., Ribeiro, V. S., Guerreiro, T. V., Fontes, C. M. G. A., Castro, M. F., Soveral, G. and Prates, J. A. M.,** 2007, Contents of conjugated linoleic acid isomers in ruminant-derived foods and estimation of their contribution to daily intake in Portugal, *British Journal of Nutrition*, 98, 1206–1213pp.
- McGowan, M., Eisenberg, B., Lewis, L., Froehlich, H., Wells, W., Eastman, A., Kuemmerle, N., Rosenkrantz, K., Barth, R., Jr., Schwartz, G., Li, Z., Tosteson, T., Beaulieu, B., Jr. and Kinlaw, W.,** 2013, A proof of principle clinical trial to determine whether conjugated linoleic acid modulates the lipogenic pathway in human breast cancer tissue, *Breast Cancer Research and Treatment*, 138(1), 175–183pp.
- McGuire, M. A. and McGuire, M. K.,** 2000, Conjugated linoleic acid (CLA): A ruminant fatty acid with beneficial effects on human health, *Journal of Animal Science*, 77, 1-8pp.
- Menon, S., Jain, S., Nagpal, R., Kumar, M., Mohania, D., Yadav, D., Moratta, F., Yadav, M. and Yadav, H.,** 2010- Dietary Components and Immune Function, -Book Chapter 12 - Immunomodulatory Potential of Conjugated Linolenic Acid-Pages 217–227, Editors: Ronald Ross Watson, Sherma Zibadi, Victor R. Preedy, Humana Press-Springer, 2010, USA.
- Mougios, V., Matsakas, A., Petridou, A., Ring, S., Sagredos, A., Melissopoulou, A., Tsigilis, N. and Nikolaidis, M.,** 2001, Effect of supplementation with conjugated linoleic acid on human serum lipids and body fat, *Journal of Nutritional Biochemistry*, 12(10), 585–594pp.
- Munday, J. S., Thompson, K. G. and James, K. A. C.,** 1999, Dietary conjugated linoleic acids promote fatty streak formation in the C57BL/6 mouse atherosclerosis model, *British Journal of Nutrition*, 81, 251-255pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Nicolosi, R. J., Rogers, E. J., Kritchevsky, D., Scimeca, J. . and Huth, P. J.,** 1997, Dietary conjugated linoleic acid reduces plasma lipoproteins and early aortic atherosclerosis in hypercholesterolemic hamsters, *Artery*, 22, 266-277pp.
- Nunes, J.C. and Torres, A.G.,** 2010, Fatty Acid and CLA Composition of Brazilian Dairy Products, and Contribution to Daily Intake of CLA. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 782–789pp.
- Oliveira, R.P.S., Florence, A.C.R., Silva, R.C., Perego, P., Converti, A., Gioielli, L.A. and Oliveira, M.N.,** 2009, Effect of different prebiotics on the fermentation kinetics, probiotic survival and fatty acid profiles in nonfat symbiotic fermented milk, *International Journal of Food Microbiology*, 128, 467–472pp.
- Oliveira, D. E., Gama, M. A. S., Fernandes, D., Tedeschi, L. O. and Bauman, D. E.,** 2012, An unprotected conjugated linoleic acid supplement decreases milk production and secretion of milk components in grazing dairy ewes, *Journal of Dairy Science*, 95(3), 1437–1446pp.
- Pariza, M. W., Hargraves, W. A., Benjamin, H., Christou, M., Jefcoate, C. R., Storkson, J., Albright, K., Kraus, D., Sharp, P., Boissonneault, G. A. and Elson, C. E.,** 1986, Modulation of carcinogenesis by dietary factors. *Environmental Health Perspectives*, 67, 25–29pp.
- Park, P. W. and Goins, R. E.,** 1994, In situ preparation of fatty acid methyl esters for analysis of fatty acid composition in foods, *Journal of Food Science*, 59(6), 1262-1266pp.
- Park, Y.,** 2014, Nutrition in the Prevention and Treatment of Abdominal Obesity, Book Chapter 37: Conjugated Linoleic Acid in Human Health Effects on Weight Control- pages: 429-446 Editors:Ronald Ross Watson, Elsevier, 2014, USA.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Paszczyk, B., Tońska, E. and Luczyńska, J.,**2019, Heath-promoting value of cow, ship and goat milk and yoghurts, *Mljekarstvo*, 69(3), 182-192pp.
- Paulo, M. C., Marques, J., Cardoso, C., Coutinho, J., Gomes, R., Gomes-Bispo, A., Afonso, C. and Bandarra, N. M.,** 2020, The development of a novel functional food: bioactive lipids in yogurts enriched with *Aurantiochytrium* sp. biomass, *Food&Function*, 11, 9721p.
- Prandini, A., Geromin, D., Conti, F., Masoero, F., Piva, A. and Piva, G.,** 2001, Survey on the level of conjugated linoleic acid in dairy products, *Italian Journal of Food Science*, 13(2), 243–254pp.
- Prandini, A., Sigolo, S., Tansini, G., Brogna, N. and Piva, G.,** 2007, Different level of conjugated linoleic acid (CLA) in dairy products from Italy, *Journal of Food Composition and Analysis*, 20 (2007) 472–479pp.
- Prates, J. A. M. and Alfaia, C.,** 2002, Functional foods from animal sources and their physiologically active components, *Revue de Médecine Vétérinaire*, 153(3), 155-160pp.
- Recio, I., Fuente, M. A., Juarez, M. and Ramos, M.,** 2013, Bioactive components in milk and diary products, Book Chapter 4: Bioactive Components in Sheep Milk- pages: 83-104 Editor: Young W. Park, Wiley-Blackwell Publishing, 2009, Singapore.
- Riberio, S. C., Stanton, C., Yong, B., Ross, R.P. and Silva, C. C. G.,** 2018, Conjugated linoleic acid production and probiotic assessment of *Lactobacillus plantarum* isolated from Pico cheese, *Food Science and Technology*, 90, 403-411pp.
- Riserus, U., Berglund, L. and Vessby, B.,** 2001, Conjugated linoleic acid (CLA) reduced abdominal adipose tissue in obese middle-aged men with signs of the metabolic syndrome: A randomised controlled trial, *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 25(8), 1129p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Rodríguez- Alcalá, L. M. and Fontecha, J.**, 2007, Fatty acid and conjugated linoleic acid (CLA) isomer composition of commercial CLA-fortified dairy products: evaluation after processing and storage, *Journal of Dairy Science*, 90(5), 2083-2090pp.
- Rodríguez- Alcalá, L. M., Tajadura, A. V., Juarez, M. and Fontecha, J.**, 2015, Handbook of Food Fortification and Health-Book Chapter- Commercial Conjugated Linoleic Acid (CLA) Fortified Dairy Products - Pages 173–184, Editors: Victor R. Preedy, Rajaventhana Srirajaskanthan, Vinood B. Patel, Springer, 2013, New York.
- Saini, R. D.**, 2017, Chemistry of functional foods and their role in disease control, *International Journal of Biotechnology and Biochemistry*, 13, (2), 191-203p.
- Santo, A. P. E., Silva, R. C., Soares, F., Gioielli, Anjos, D. and Oliveira, M. N.**, 2010, Açai pulp addition improves fatty acid profile and probiotic viability in yoghurt, *International Dairy Journal*, 20, 415–422pp.
- Schlegel, G., Ringseis, R., Windisch, W., Schwarz, F. J. and Eder, K.**, 2012, Effects of a rumen-protected mixture of conjugated linoleic acids on hepatic expression of genes involved in lipid metabolism in dairy cows, *Journal of Dairy Science*, 95(7), 3905–3918pp.
- Serafeimidou, A., Zlatanov, S., Kritikos, G. and Tourianis, A.**, 2013, Change of fatty acid profile, including conjugated linoleic acid (CLA) content, during refrigerated storage of yogurt made of cow and sheep milk, *Journal of Food Composition and Analysis*, 31, 24–30pp.
- Serafeimidou, A., Zlatanov, S., Laskaridis, K. and Sagredos, A.**, 2012, Chemical characteristics, fatty acid composition and conjugated linoleic acid (CLA) content of traditional Greek yogurts, *Food Chemistry*, 134, 1839–1846pp.
- Sharma, H., El Rassi, G. D., Lathrop, A., Dobrev, V. B., Belem, T. S. and Ramanathan, R.**, 2021, Comparative analysis of metabolites in cow and milk yoghurt using GC-MS based untargeted metabolomics, *International Dairy Journal*, 117, 105016p.
- Sharon, M. Donovan and Hutkins, R.**, 2018, Introduction to fifth global summit on the health effects of yoghurt, *Nutrition Reviews*, 76(S1), 1–3pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Shokryazdan, P., Rajion, M. A., Meng, G. Y., Boo, L. J., Ebrahimi, M., Royan, M., Sahebi, M., Azizi, P., Abiri, R. and Jahromi, M. F.**, 2017, Conjugated linoleic acid: A potent fatty acid linked to animal and human health, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(13), 2737-2748pp.
- Smedman, A. and Vessby, B.**, 2001, Conjugated linoleic acid supplementation in humans-metabolic effects, *Lipids*, 36(8), 773–781pp.
- Sumarmono, J., Sulistyowatia, M. and Soenarto**, 2015, Fatty Acids Profiles of Fresh Milk, Yogurt and Concentrated Yogurt from Peranakan Etawah Goat Milk, *Procedia Food Science*, 3, 216 – 222pp.
- Tholstrup, T., Raff, M., Straarup, E. M., Lund, P., Basu, S. and Bruun, J. M.**, 2008, An oil mixture with *trans*-10, *cis*-12 conjugated linoleic acid increases markers of inflammation and in vivo lipid peroxidation compared with *cis*-9, *trans*-11 conjugated linoleic acid in postmenopausal women *The Journal of Nutrition*, 138(8), 1445–1451pp.
- Thom, E., Wadstein, J. and Gudmundsen, O.**, 2001, Conjugated linoleic acid reduces body fat in healthy exercising humans, *Journal of International Medical Research*, 29(5), 392–396pp.
- Trigueros, L. and Sendra, E.**, 2015, Fatty acid and conjugated linoleic acid (CLA) content in fermented milks as assessed by direct methylation, *Food Science and Technology*, 60, 315-319pp.
- Wang, T. and Lee, H. G.**, 2015, Advances in Research on *cis*-9,*trans*-11 Conjugated Linoleic Acid: A Major Functional Conjugated Linoleic Acid Isomer, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(5), 720-731pp.
- Xu, S., Boylston, T.D. and Glatz, B.A.**, 2005, Conjugated linoleic acid content and organoleptic attributes of fermented milk products produced with probiotic bacteria, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 9064–9072pp.
- Yang, B., Chen, H., Stanton, C., Ross, R. P., Zhang, H., Chen, Y., Q. and Chen, W.**, 2015, Review of the roles of conjugated linoleic acid in health and disease, *Journal of Functional Foods*, 15, 314–325pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Zhang, M., Xing, Z., Huang, Q. and Han, L.**, 2020, Effect of conjugated linoleic acid supplementation on fat globule size in raw milk, *International Dairy Journal*, 115, 104919p.
- Zlatanov, S., Laskaridis, K., Feist, C. and Sagredos, A.**, 2002, CLA content and fatty acid composition of greek feta and hard cheeses, *Food Chemistry*, 78, 471–477pp.
- Zongo, K., Krishnamoorthy, S., Moses, J. A., Yazıcı, F., Çon, A. H. and Anandharamakrishnan, C.**, 2021, Total conjugated linoleic acid content of ruminant milk: The world status insights, *Food Chemistry*, 334, 127555p.

TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans çalışması sırasında desteğini esirgemeyen ve her konuda beni yönlendiren danışman hocam sayın Doç. Dr. Gülfem ÜNAL'a, deneyimlerinden yararlandığım sayın Prof. Dr. Sibel Akalın'a teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamın tamamlanmasında bana her konuda destek olan laboratuvar çalışma arkadaşlarım Gıda Mühendisi Cenk ÇETİNEL, Gıda Mühendisi Çağrı DURAN, Su Ürünleri Yüksek Mühendisi Ekim ÖZAL, Ziraat Yüksek Mühendisi Pınar ÇAKIR TOPDEMİR, Biyolog Sezen BİRLİK ve diğer arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Ayrıca bugünlere gelmemde büyük emekleri olan aileme ve desteklerini esirgemeyen sevgili eşim Arzu KOSALI'ya teşekkür ederim.

10/02/2022

Ali Rıza KOSALI

ÖZGEÇMİŞ

Yazar, ilk, orta ve lise eğitimini Gelibolu’da tamamladıktan sonra, yüksek öğretimini 1998-2003 yılları arasında Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde tamamlamıştır. 2005 yılında Yunanistanda CIHEAM enstitüsünde öğrenim görerek mezuniyet sonrası uzmanlaşma diploması almaya hak kazanmıştır. Bir süre özel sektörde çalıştıktan sonra 2014 yılında Manisa Tarım İl Müdürlüğünde göreve başlamış, 2016 yılı itibarıyla İzmir Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğüne tayin olmuştur.

