

SÜT YAĞINDAKİ MİNÖR YAĞ ASİTLERİ

Gürol ERGİN (1)

ÖZET

Süt içerisindeki maddelerden en fazla araştırılanı süt yağıdır. Gerek bileşim ve gerekse fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından incelenen süt yağının, beslenme ve sağlık açısından önemi de sayısız araştırmanın konusu olmuştur. Süt yağı bileşimi başlangıçta makro yağ asitleri bakımından araştırılırken, günümüzde çeşitli analiz yöntemlerinin geliştirilmiş olması, süt yağının minör yağ asitleri bileşimince de araştırılmasına olanak tanımıştır. Bu yazıda, süt yağı araştırmaları alanında oldukça güncel olan minör yağ asitleri gerek kompozisyon ve gerekse biyosentezleri ve yapıları yönünden incelenecektir.

GİRİŞ

Süt yağı, tüm organik yağlarda olduğu gibi, yağ asitleri ile gliserinin oluşturduğu ester yapısında bir maddedir. Genellikle trigliserid halinde olan süt yağında çok düşük miktarlarda di ve monogliseridler ile serbest yağ asitlerine de rastlanmaktadır. Yağ asitleri, hidrokarbonlarda bir karbon atomuna karboksil grubu (COOH) eklenmesi ile oluşmuşlardır. Cenevre adlandırma sistemine göre meydana geldikleri doymuş hidrokarbonun sonuna oik eki getirilerek ya da özel adları ile adlandırılırlar. Örneğin, bütanoik ya da bütirik asit gibi (CH₃ - CH₂ - CH₂ -

COOH). Eskiden doğada yalnızca formik asit (H - COOH), izovalerian asit (C₄H₉COOH) ve tüberkülostearik asitin (C₁₈H₃₇COOH) tek karbon sayılı asitler olarak buldukları, bunlardan da yalnız izovalerian asidin yunus balığı yağında bulunduğu; bunların dışında doğada bulunan tüm yağ asitlerinin çift karbon sayılı olduğu görüşü kabul ediliyordu (Keskin, 1959). Günümüzde bu görüşün yanlış olduğu ortaya konmuş, süt yağında çok sayıda tek karbon sayılı yağ asidi bulunduğu, kalitatif olarak belirlendiği gibi, kantitatif olarak da saptanmıştır.

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt ve Gıda Teknolojisi Bölümü Doçenti

YAĞ ASİTLERİ

1. Yağ Asitlerinin Sınıflandırılmaları:

- a. Yağ asitlerinin kimyasal yapılarına göre sınıflandırılması:

Bugünkü bilgiler ışığında yağ asitleri 3 ana gruba ayrılmakta, bu gruplar da kendi aralarında alt gruplar göstermektedir (Ergin, 1976).

1. Doymuş, dallanmamış yağ asitleri

- a. Tam sayılı (çift karbon sayılı)
- b. Tam sayılı olmayan (tek karbon sayılı).

2. Doymuş, dallanmış yağ asitleri

- a. Tam sayılı (izo ve ante izo)
- b. Tam sayılı olmayan (izo ve ante izo)

3. Doymamış yağ asitleri

- a. Monodoymamış (çeşitli pozisyon izomerleri).
- b. Poli doymamış (çeşitli strüktür izomerleri).

Karbon sayılarına göre sınıflandırmada ise yağ asitleri genellikle kısa, orta ve uzun zincirli olarak üçe ayrılmakta, bazı araştırmacılara göre C_4-C_8 yağ asitleri kısa, $C_{10}-C_{16}$ yağ asitleri orta, C_{18} ve daha yüksek karbon sayılı asitler ise uzun zincirli yağ asitleri olarak kabul edilirken (Kosmack, 1973), diğer bazı araştırmacılarca C_{10} yağ asidi de kısa zincirli olarak değerlendirilmektedir (Melcher, 1975). Kiermeier ve Renner (1966) ise, C_4-C_{10} yağ asitlerini kısa, $C_{12}-C_{18}$ yağ asitlerini uzun zincirli olarak ele almakta, orta zincir uzunluk

deyimini kullanmamaktadırlar. Bizim kanımıza göre, özellikle tereyağ için C_4-C_{10} doymuş yağ asitlerini kısa zincirli doymuş, C_{10} dan daha fazla karbon atomu içeren tüm doymuş yağ asitlerini uzun zincirli doymuş yağ asitleri olarak ele almak, tüm doymamış yağ asitlerini de 3. bir grup olarak kabul etmek gerekir.

- b. Yağ asitlerinin miktarlarına göre sınıflandırılması:

Gazkromatografisinin ortaya konulması ile sütte önceleri 13 yağ asidi belirtilmişken, bu rakam her geçen gün artış göstererek bugün yüz ellinin üzerinde yağ asidinden söz edilmektedir süt yağında. Özellikle kapilar kolonların geliştirilmesi, kütle spektrografisinin kapilar-gazkromatografisi ve infrarot-spektroskopi ile kombinasyonu sonucu süt yağında birçok asidin stereo ve pozisyon izomerlerinin kanıtlanması mümkün olmuştur. Süt yağı içindeki yağ asitleri miktar olarak birbirlerinden çok farklıdırlar. % 1'in üzerinde olan yağ asitleri "makro yağ asitleri" olarak adlandırılırken, % 1'den daha az miktarda olan yağ asitleri minör ve iz yağ asitleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Svensen ve Ystgaard (1966), süt yağı trigliseridlerine % 0,1'den daha düşük oranda katılan yağ asitlerini iz yağ asitleri olarak kabul ederken, Melcher (1975)'e göre normal gazkromatografik analizde doğrudan doğruya belirtilebilen yağ asitleri, ki bunlar % 0,01-1,0 oranındadır, "minör yağ asidi" olarak, % 0,01 den daha düşük oranda olup, ancak bazı ön işlemler ve miktarcı artırım yapıldıktan sonra belirtilebilen yağ asitleri ise "iz yağ asidi" olarak kabul edilmek gerekmektedir.

II. Makro Yağ Asitleri: Genellikle % 1'den daha fazla miktarda bulunanları için süt yağında makro yağ a-

sitleri olarak kabul edilen yağ asitleri şunlardır:

Çizelge: 1- Süt Yağındaki Makro Yağ Asitleri (%)

Yağ asidi	Formülü	Melcher	Kiermeier	Metin(x)	Ergin	
		1975	ve Renner 1966	1968	1976	
Bütirik asit	C_3H_7COOH	3,78	3,50	3,81	3,76	2,90
Kaproik asit	$C_5H_{11}COOH$	2,41	1,20	2,25	2,05	1,66
Kaprilik asit	$C_7H_{15}COOH$	1,53	0,70	1,64	1,21	0,93
Kaprik asit	$C_9H_{19}COOH$	3,49	1,40	4,60	2,80	1,96
Lavrik asit	$C_{11}H_{23}COOH$	4,08	2,80	3,18	3,37	2,33
Miristik asit	$C_{13}H_{27}COOH$	11,98	13,90	10,50	11,15	10,14
Palmitik asit	$C_{15}H_{31}COOH$	31,29	41,90	26,35	25,85	32,55
Palmitoleik asit	$C_{15}H_{29}COOH$	1,32	—	—	—	1,91
Stearik asit	$C_{17}H_{35}COOH$	9,17	6,90	9,99	9,58	9,30
Oleik asit	$C_{17}H_{33}COOH$	21,65	25,00	21,73	23,78	25,02
Linoleik asit	$C_{17}H_{31}COOH$	1,69	1,20	3,08	2,76	2,06

(x) Metin tarafından bildirilen değerlerin ilki Türk Tereyağlarına, ikincisi Alman tereyağlarına aittir.

Bu yağ asitlerinin dışında çeşitli araştırmacılarca % 1'in üzerinde olduğu saptanan, daha başka bir deyişle % 1 dolayında olup, bazı tereyağlarda % 1'in üzerinde çıkarken, bazılarında % 1'in altında olduğu görülen yağ asitleri de vardır ki, bunlar arasında en fazla görülenler miristoleik asit, metiltetradekan asidi, pentadekan asidi, metilheksadekan asidi, margarin asidi ve linolenik asit'tir.

III. Minör Yağ Asitleri:

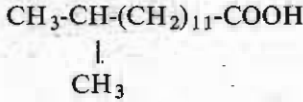
Gazkromatografisi ile sütte önce 15 makro yağ asidi saptanmış, daha sonra özellikle kapilar kolonların geliştirilmesiyle Herb ve Magidman (1962)

45, Ryhåge (1967) 56 minör yağ asidinin varlığını kanıtlamış, Schulz (1964) yaklaşık 80 minör yağ asidinin bildiğini bildirirken, Reiser (1969) süt yağının en az 125 yağ asidinden oluştuğu görüşünü ileri sürmüştür.

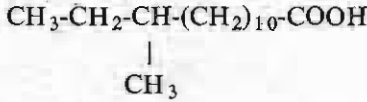
Minör yağ asitlerinin çok sayıda ortaya çıkışı mono doymamış yağ asitlerinde çift bağın, yağ asidi zincirindeki karbon atomlarının herbirinde lokalize olabilmesinden, böylece bir çok pozisyon izomerinin bulunuşundan olduğu gibi, poli doymamış yağ asitlerinde cis-trans ve trans-cis gibi strüktür ya da stereo izomeri denilen durumlardan da ortaya çıkmaktadır. Ayrıca dallanmış yağ asitlerinde de pozisyon izomerleri

görülmekte, yalnız izo değil, ante izo- pozisyonlar da ortaya çıkmaktadır (R- yhage, 1967). İzo yağ asitlerinde CH₃ biçimindeki dallanma karbon zincirinin başladığı metil kökünden sonraki ilk karbon atomunda, ante izo yağ asitlerinde ise ikinci karbon atomunda görülmektedir. Bu durumu bir örnekle açıkarsak:

İzo-yağ asidi: 13- Metiltetradekan asidi (İzo-C₁₅)



Anteizo - Yağ asidi: 12- Metiltetradekan asidi (antezio-C₁₅)



Burada, karbon atomları, karboksil kökünden başlayarak sayılmaktadır. R- yhage (1967), süt yağında yirmi kadar dallanmış yağ asidi saptamıştır ki, bunlardan on dördü Metil-C₁₄ ve Metil-C₁₆ asitlerin izomerleridir.

Minör yağ asitleri olarak süt yağında dallanmış asitler yanında, tek ve çift karbon sayılı doymuş yağ asitleri, mono ve poli doymamış yağ asitleri bulunduğu görülmektedir.

a. Tam sayılı olmayan (tek karbon sayılı) yağ asitleri:

Tüm minör yağ asitlerinde olduğu gibi, tam sayılı olmayan yağ asitlerinin de nereden kaynaklandıkları üzerinde bilgimiz fazla değildir. Bugün için bu konuda iki olanaktan söz edilmektedir. Buna göre, 1. Bu asitler rumen mikroorganizmasının lipidlerinden ya da besin yağlarından rezorbe edil-

mektedir. 2. Hayvanın kendisi sentezlemektedir (Melcher, 1975).

Lederer (1961), bir çok yazara atfen, tam sayılı olmayan yağ asitlerinin sentezinin, yağ asitleri sentezinde zincir oluşumunda Acetil-CoA yerine bir molekül Propionil-CoA ile Malonil-CoA'nın kullanılmalarıyla mümkün olacağı görüşünü bildirmektedir.

Vagelos ve arkadaşları (1961), bu görüşü sıçanlarda yaptıkları denemelerle doğrulamışlardır.

Tek karbon sayılı yağ asitlerinin toplam oranı bir çok yazara göre yaklaşık % 2 kadardır ve bu miktarı genellikle C₁₅ ve C₁₇ yağ asitleri oluşturmaktadır. Gazromatografik analizde güçlükler ortaya çıkardığı için C₁₅ ve C₁₇ dışındaki tek karbon sayılı asitler fazlaca araştırılmamış, ancak Herb ve arkadaşları (1962), C₅-C₂₅; Hansen ve arkadaşları (1959) C₁₃-C₂₃; Melcher (1975), C₅-C₂₃ asitleri homolog seri halinde incelemişlerdir. Bu çalışmaların hepsinde ve tarafımızdan Erzurum - Kars yöresi tereyağlarında yapılan bir araştırmada (Ergin, 1976) C₁₅ ve C₁₇ dışında kalan tüm tek karbon sayılı yağ asitlerinin ancak % 0,01 - 0,07 oranları arasında değiştiği saptanmıştır.

b. Dallanmış Yağ asitleri:

Dallanmış yağ asitlerinin oluşumları üzerinde ayrıntılı bilgilere sahip değilsek de, aşağıdaki olaylar bu asitlerin oluşumlarına katılabilirler (Melcher, 1975).

1. Mikroorganizmanın sindiriminden sonra serbest kalan hücre lipidlerinin geniş getirenlerin ince barsaklarında rezorbe edilmeleri.

Cizelge: 2- Süt yağındaki Tek Karbon Sayılı Yağ Asitleri (%)

Yağ asidi	Melcher 1975	Ergin 1976	Herb ve arkadaşları 1962
C ₅ Pentan asidi	0,020	—	0,01
C ₇ Heptan asidi	0,019	—	0,02
C ₉ Nonan asidi	0,026	—	0,03
C ₁₁ Undecan asidi	0,035	0,01	0,03
C ₁₃ Tridecan asidi	0,071	0,06	0,06
C ₁₅ Pentadecan asidi	1,080	1,53	0,79
C ₁₇ Heptadecan asidi	0,600	1,06	0,70
C ₁₉ Nonadecan asidi	0,026	—	0,27
C ₂₁ Heneicosan asidi	0,022	—	0,04
C ₂₃ Tricosan asidi	0,051	—	0,03

2. Yemlerin mikrobiyal parçalanmasında oluşan düşük zincirli, uçucu, dallanmış yağ asitlerinin rumende rezorbe edilişi,
3. Uçucu, dallanmış rumen yağ asitlerinin bu grubun orta ve uzun zincirli homologlarına zincir uzaması yolu ile hayvanın kendi sentez işlemi.
4. Yüksek organizmalar amino asitlerinden oksidatif dezaminasyon üzerinden yağ asitlerini sentezleme yeteneğindedirler. Va-

lin, Leucin ve İsoleucin amino asitlerinin dezaminasyonu ile bu şekilde oluşan alkilerin dezaminasyondan hemen sonraki zincir uzaması olayı sonucu da dallanmış yağ asitleri sentezlenebilmektedirler.

Dallanmış yağ asitleri, geviş getirenlerin süt yağlarının ve depo yağlarının trigliseridlerinde ve kan serumunun fosfolipidlerinde bulunmuştur.

Bugün için kantitatif olarak belirlenen dallanmış yağ asitleri C₁₃-C₂₀ arasında değişen karbon sayılarına sahiptir.

Cizelge: 3- Süt Yağında Dallanmış Yağ Asitleri (%)

Yağ asidi	Melcher 1975	Herb ve Arkadaşları 1962	Kuzdzal- Savoie 1963	Ergin 1976
C _{13f}	0,149	0,04	0,20	0,07
C _{14f}	0,128	0,10	0,30	0,25
C _{15f}	0,198	0,24		0,45
C _{15A}	0,387	0,38	0,80	0,79
C _{16f}	0,254	0,17	0,50	0,47
C _{17f}	0,389	0,35		0,72
C _{17A}	0,341	0,25	1,10	0,79
C _{18f}	0,049	iz	0,30	0,10

Özellikle C₁₅ ve C₁₇ dallanmış yağ asitlerinde hem izo, hem de anteizo izomerlere rastlanmakta, Ryhage (1967) pratik olarak karbon zinciri içerisinde her karbon atomunda metil dallanmasının lokalize olabileceğini kanıtlamış bulunmaktadır.

c) Uzun zincirli doymuş minör yağ asitleri:

Bu yağ asitlerinin oluşumu üzerinde de yeterli bilgiye sahip bulunmaktayız. Ancak, iki tür açıklama mümkün gözükmemektedir. Bunlardan birincisi, memenin kendi sentezi olup, yağ asidi zincirinin uzaması esasına dayanmaktadır. Bu yağ asitlerinin miktarı genetik olarak sınırlı olmakla birlikte,

çevre etkisi ile belli bir varyasyon genişliği mümkün olmaktadır. İkinci açıklama, besin lipidlerinden ya da sindirilmiş rumen mikroorganizmasının lipidlerinden alınan uzun zincirli, doymuş minör yağ asitlerinin rezorbe edilişi biçimindedir. Ancak bugüne değin, süt yağının doymuş, uzun zincirli minör yağ asitlerinin bu kaynaklardan oluşup oluşmadığı, ya da ne ölçüde oluştuğu açıklanmış değildir.

18 karbon atomunun üzerinde olan doymuş yağ asitleri hakkında literatür bildirişler pek fazla değildir. Genellikle C₂₀-C₂₆ yağ asitlerini araştıran bu araştırmaların sonuçları Çizelge: 4'de bir araya getirilmiştir.

Çizelge: 4- Süt Yağında Uzun Zincirli Doymuş Yağ Asitleri (%)

Yağ asidi	Melcher	Hansen	Herb ve arkadaşları	Ergin
	1975	1959	1962	1976
C ₂₀ Eicosan asidi	0,153	0,21	0,28	0,18
C ₂₂ Docosan asidi	0,062	0,07	0,11	—
C ₂₄ Tetracosan asidi	0,183	0,05	0,07	—
C ₂₆ Heksacosan asidi	—	0,06	0,07	—

d) Monödoymamış minör yağ asitleri:

Kısa ve orta zincir uzunluklu mono doymamış minör yağ asitleri, bitki lipidlerinde bulunmadıkları için, bunların geniş getirenlerde başka kaynaklardan oluşturulmaları zorunluğudur.

Bu asitlerin sindirilen rumen mikroorganizmasının hücre lipidlerinden rezorbe olabileceği düşünülebilir ise de, rumen mikroorganizmasının yağ asitleri spektrumu üzerindeki araştırma-

larda, hemen hemen hiç görülmedikleri, yada çok az miktarlarda görüldüklerinden, monoen minör yağ asitlerinin bu kaynaktan oluştuğu mümkün gözükmemektedir (Melcher, 1975). Tüm basit doymamış (monoen) yağ asitlerinde (C_{10:1}-C_{16:1}) çift bağ, octadecadien asidindeki (= linoleik asit) gibi 9. ve 10. karbon atomları arasında lokalize olduğundan, bu asitlerin octadecadien asidinin parçalanmasından oluştuğu bugün için kabul edilmektedir.

Monoen minör yağ asitleri olarak belirtilen yağ asitleri Çizelge: 5,te bir a-

raya getirilmiştir.

Çizelge: 5- Süt Yağında Basit Doymamış =(monoen) Yağ Asitleri (%)

Yağ asidi	Melcher	Herb ve arkadaşları	Ergin
	1975	1962	1976
C _{10:1} Döcen asidi	0,301	0,27	0,19
C _{12:1} Dodecen asidi	0,103	0,14	0,04
C _{14:1} Tetradöcen asidi	0,981	0,76	0,85
C _{15:1} Pentadöcen asidi	,0,061	0,07	—
C _{17:1} Heptadöcen asidi	0,312	0,27	0,53
C _{19:1} Nonadöcen asidi	0,077	0,06	—
C _{20:1} Eicosen asidi	0,253	0,22	0,15
C _{22:1} Docosen asidi	—	0,03	—
C _{24:1} Tetracosen asidi	0,030	0,03	—

e) Polidoymamış minör yağ asitleri:

Geviş getiren hayvanların süt yağında belirtilen 4,5 ve 6 çift bağı polien yağ asitlerinin hayvanın kendi yapısında sentezlendiği kabul edilmektedir. Besin maddelerindeki yağlarda bulunan C_{18:2} ve C_{18:3} yağ asitlerinin çok büyük kısmının geviş getirenlerin ön midelerinde hidrolize olduğu bilinmektedir. 4,5 ve 6 çift bağı doymamış yağ asitlerinde ışık ve oksijen bağların kırılmasında yeterli olmaktadır. Bu yağ asitleri rumenden değişikliğe uğramadan geçmedikleri için, bunların rezorbe edilmesi hemen hemen olanaksızdır. Bugünkü bilgilere göre yüksek organizma dehidre edici anzim sistemi ve zincir uzama tepkimesi yolu ile bir molekülde çift bağlar oluşturabilmektedir. Bünye yalnızca delta-9,12-Octadecadien asidi (= Linoleik asit) sentezleyememektedir. C₂₀ ve C₂₂ poli doymamış yağ asitleri büyük olasılıkla kandan alınmaktadır.

Poli doymamış yağ asitleri düşük miktarlarda olduklarından ve gazkromatografisi ile analizde diğer yağ asitleriyle birlikte çıktıklarından bunların saptanmaları oldukça zordur. Bu bakımdan çoğunlukla tek tek asitler olarak değil, dien, trien, tetraen ve pentaen asitler olarak bildirilmektedir.

Bazı araştırmacılarca belirtilen poli doymamış minör yağ asitleri Çizelge: 6'da bir araya getirilmiştir.

5 ve 6 çift bağı yağ asitleri en çok karaciğer ve beyin yağlarında bulunmakta, bitkisel yağlarda bulunmayan C_{20:5} ve C_{20:6} yağ asitlerinin organizma tarafından-dehidratasyon ve karbon uzaması yoluyla oluştuğu kabul edilmektedir. (Melcher, 1975).

f) Keto yağ asitleri: Schmidt (1975)'e göre, süt yağı % 0,02 - 0,045 oranında ketogliserid'leri içermektedir. Bunların çoğunluğu ketostearik ve ketopalmitik asitten oluşmakta, C₄-C₁₈ arasındaki β- ketoasitler yanında, bazı

Cizelge: 6- Polidoymamış Minör Yağ Asitleri (%)

Yağ asidi	Melcher	Herb ve arkadaşları
	1975	1962
C _{18:2} c (x) Octadecadien asidi	0,111	0,63
C _{18:2} t " "	—	0,09
C _{18:3} c Octadecatrien asidi	0,477	0,50
C _{18:3} t " "	—	0,01
C _{20:2} Eicosadien asidi	—	0,05
C _{20:3} Eicosatrien asidi	0,092	0,11
C _{20:4} Eicosatetraen asidi	0,115	0,14
C _{20:5} Eicosapentaen asidi	0,025	0,04
C _{22:2} Docosadien asidi	—	0,01
C _{22:3} Docosatrien asidi	—	0,02
C _{22:4} Docosatetraen asidi	—	0,05
C _{22:5} Docosapentaen asidi	—	0,06

c = cis, t = trans yağ asidi

tam sayılı olmayan β- ketoasitler ve 100 mg/kg miktarında da γ - ve α - ketoasitler bulunmaktadır. Ketoasitlerin, doymamış yağ asitlerinin biyosentezleri sırasında ara ürünler olarak ortaya çıktıkları kabul edilmektedir (Renner, 1974). Süt yağındaki β- ketoasitlerinden ortamda çok düşük miktarda su bulunması durumunda hidroliz ve CO₂ verilmesi yoluyla bu asitlerden bir karbon atomu eksik olan metilketonlar oluşmaktadır (Şekil: 1).

g) Hidroksi yağasitleri:

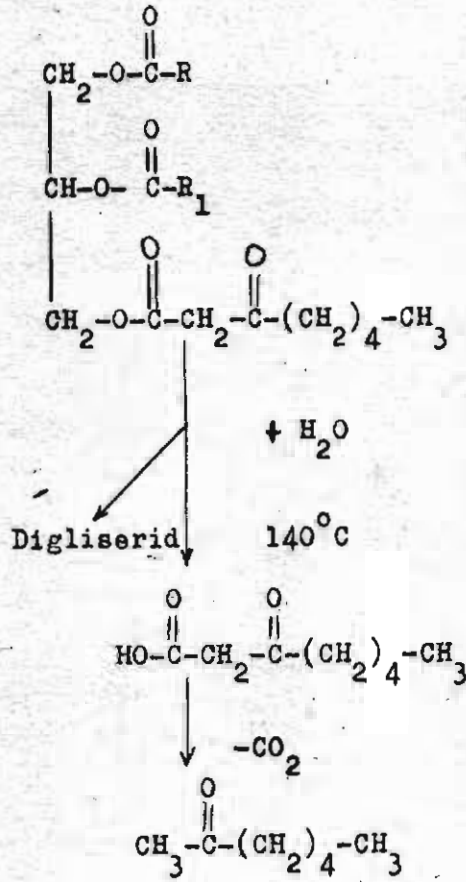
Taze süt yağında bulunan hidroksi yağ asitlerinin kökenleri üzerinde değişik görüşler ileri sürülmektedir. Walker ve arkadaşları (1968), δ- hidroksi yağ asitlerinin süt bezinde yağ asidi sentezinin yan ürünleri olarak oluştuğunu öne sürerken, Dimick ve arkadaşları (1969), δ- hidroksi yağ asitlerinin orta zincir uzunlukta yağ asitlerinin ok-

sidasyonunun ara ürünleri olduğu düşüncesindedirler.

Hidroksi yağ asitleri hem hidrok-sitrigliseridleri ve hem de laktonları oluştururlar. Şekil 2, hidroksitrigliseriddeki, bir hidroksi yağ asitinden lakton oluşumunu göstermektedir.

IV. Minör Yağ Asitlerinin Özel Etkileri

Literatürde makro yağ asitlerinin bir çoğunun sağlık üzerine özel etkileri açıklanmış iken, minör yağ asitlerinin bu konudaki özellikleri üzerinde fazlaca bilgi verilmemekte, yalnızca monodoymamış minör yağ asitlerinden Cis - 9 - Pentadecen ve cis - 9 Heptadecen asitlerinin, iltihaplanmayı önleyici etkileri olduğu ileri sürülmekte, bu etkinin aynı asitlerin trans izomerlerinde çok düşük ölçüde olduğu belirtilmektedir (Grimmer ve arkadaşları, 1961).



Şekil 1; Metilketon Oluşumunun Tepkime Şeması
(Kinsella ve ark. 1967; alınmıştır Schmidt 1975).

V. Minör Yağ Asitleri Bakımından Süt Yağı ve Margariner

Süt yağı ile margarinerin bileşim bakımından karşılaştırılmaları yapıldıkta, minör yağ asitleri özellikle ele alınmaktadır. Bunun nedeni, süt yağında (tereyağında) bir çok minör yağ asidi saptanırken, margarinerde bu asitlerin bir kısmına hiç rastlanılmaması, bir kısmının da az miktarlarda ortaya çıkmalarıdır. Metin (1971), tereyağlara margarin katılması biçiminde yapılan hilelerin saptanabilirliği üzerindeki çalışmasında tereyağ ile yemek-

lik margariner arasında minör yağ asitleri bakımından önemli farklar olduğunu ortaya koymuş, tereyağlarda birçok minör asit olduğunu, buna karşılık bu asitlerin margarinerde hemen hiç bulunmadığını, ya da eser miktarlarda bulduklarını gözlemlemiştir.

Timmen (1963) de, tereyağında 68 minör yağ asidi saptarken, margarinerde hiç bir minör yağ asidine rastlamadığını bildirmektedir.

Ankara piyasasında satılan tereyağların saflık kontrolü üzerinde çalış-

ni, aynı asitler toplamının daha önceki bir çalışmada (Metin, 1971) % 0,3 olarak ortaya çıktığını yazmaktadırlar. Gerek $C_{12:1}$, $C_{13:1}$ ve $C_{14:1}$ asitler ve gerekse C_{14} ile C_{16} arasında yer alan minör asitler margarinlerde hiç bulun-

mamakta, tereyağlarda ise değişik miktarlar ortaya koyduklarından bu asitlerin miktarına bakılarak tereyağların margarinlerle katkılı olup olmadığı üzerinde yargıya varmak pek mümkün ya da yeterli görülmemektedir.

VI. SONUÇ

İleri analiz yöntemlerinin geliştirilmesi ile süt yağındaki yağ asitlerinin çok ayrıntılı incelemesine geçilebilmiştir. Önceleri süt yağında 15 kadar yağ asidinden söz edilirken bugün, 150'nin üzerinde yağ asidi kalitatif ve kantitatif olarak ortaya konabilmektedir. Bu asitlerden 10-11 tanesi trigliseridlerin bileşimine % 1 den daha fazla miktarda katıldıklarından bunlara makro yağ asitleri denmekte, geriye kalan yağ asitlerinin büyük çoğunluğu da mikro yağ asitleri olarak adlandırılmaktadır ki, bunlar da süt yağı bileşimine miktarda % 0.01-1.0 oranında katılmaktadırlar. Süt yağında bir de, doğrudan doğruya kantitatif olarak belirlenemeyen bir takım iz yağ asitleri bulunmakta; bunlar bazen minör yağ asitleri içerisinde anılmaktadırlar.

Bugünkü bilgilere göre minör yağ asitleri genellikle C_5 - C_{23} arasındaki tek

C sayılı asitler, C_{13} - C_{18} arasındaki izo ve anteizo dallanmış asitler, C_{20} - C_{26} uzun zincirli doymuş asitler; $C_{10:1}$ - $C_{24:1}$ monoen asitler, $C_{18:2}$ - $C_{22:5}$ arasındaki polien asitlerle çeşili keto ve hidroksi asitlerden oluşmaktadır.

Süt yağındaki minör yağ asitlerinin nereden kaynaklandığı üzerinde çeşitli görüşler ileri sürülmektedir. Bazı yazarlar, tam sayılı olmayan ve dallanmış minör yağ asitlerinin mikrobiyal kaynaklı olduğunu, uzun zincirli polien yağ asitlerinin hayvanın kendi sentezinden kaynaklandığını belirtmektedirler.

Minör yağ asitlerinin organizma için önemi bakımından bilinenler çok azdır. Yalnız araşidonik asitin esansiyel önemi bilinmekte, bazı kısa zincirli asitlerin muhtemel etkileri üzerinde de durulmaktadır.

LİTERATÜR

Dimick, P. S., N. j., Walker, S. Patton, 1969. j. Agr. Food. Chem. 17, 649-655.

Ergin, G., 1976, "Erzurum-Kars Yöresi Tereyağlarının Gaz - Kromatografik Analizi. I. Makro ve Minör Yağ Asitleri Spektrumu", Atatürk Üni. Ziraat Fak. Ziraat Dergisi 7, (2), 77-92 Ayrı basım.

Grimmer, G., j. Kraçht, R. Tschesche, 1961. Naturwiss., 48, 718-719.

Hansen, R. P., F. B. Shorland, N. j. Cooke, 1959. j. Dairy Res., 26, 190-195.

Herb, S. F., P. Magidman, F. E. Luddy, R. Riemenschneider, 1962. j. Am. Oil. Chemist. Soc. 39, 142-146.

- Keskin, H., 1959. "Gıda Kimya", İstanbul Üniversitesi Yayınları 822, Şirketi Mürettebiye Basımevi, İstanbul.
- Kiermeier, F. ve E. Renner, 1966. Intern. Milch. Kongr., C, 145-148.
- Kosmack, U., 1973. "Genetische Aspekte zur Fettsäurezusammensetzung der Milch". justus-Liebig Uni. (Dissertation). Giessen.
- Kuzdzal-Savoie, S., 1963. Le Lait, 43, 129-148.
- Lederer, E., 1961. V. Intern. Congr. Biochem. Moscow VII. 90.
- Melcher, F. W., 1975. "Untersuchungen über Minör-Fettsäuren des Milchfettes und ihre Variabilität". Justus-Liebig Uni. (Dissertation). Giessen.
- Metin, M. 1968. Milchwiss., 23, 276-278.
- , 1971. "Yurdumuzda Tereyağlarına Yemelik Margariner Karıştırılmak Suretiyle Yapılan Hilelerin Tesbiti Üzerinde Gaz-Kromatografisi Metodu ile Araştırmalar (Basılmamış Tez).
- Metin, M., E. Sezgin, 1976. Gıda, 1, 51-65.
- Reiser, R., 1969. j. Dairy Sci., 52, 1127-1129.
- Renner, E., 1974. "Milch und Milchprodukte in der Ernährung des Menschen". Volkswirtschaft. Verlag GmbH., Kempten. Verlag Th. Mann. OHG, Hildesheim.
- Ryhage, R., 1967. j. Dairy Res., 34, 115-121.
- Schmidt, R., 1975. "Sensorische und chemische Veränderungen während der Lagerung haltbarer Milchsorten". justus-Liebig Uni. (Dissertation). Giessen.
- Schulz, E., 1964. Kieler Milchw. Forsch. Berichte, 16, 359.
- Svensen, A. ve O. M. Ystgaard, 1966. Intern. Milch. Kongr. C, 135-144.
- Vagelos, R. P., D. Martin, A. Karman, M. Horning, 1961. V. Intern. Congr. Biochem. Moscow VII. 104-110.
- Walker, N. j., S. Patton, P. S. Dimick, 1968. Biochem Biophys. Acta 152, 445.