



ENDÜSTRİYEL ŞARTLARDA ÜRETİLMİŞ TİCARİ BULYONLARIN CİS-TRANS YAĞ ASİTLERİ İÇERİĞİ ve GIDA GÜVENLİĞİ AÇISINDAN ÖNEMİ

Harun DIRAMAN*

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Afyon, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Geliş tarihi: 6 Ağustos 2024
Düzelme tarihi: 11 Aralık 2024
Kabul tarihi: 23 Aralık 2024

Anahtar Kelimeler:

Bulyon, Elaidik Asit,
Hidrojene Yağlar, GC,
Trans Yağ Asitleri

ÖZET

Bir bulyon (küp veya tablet olarak), kurutulmuş bitkilerden alınan lezzet artırıcı bir ürün olarak, kırmızı et/ tavuk et suyu ile küçük bir miktarda kısmi hidrojene yağ ve tuz - bazen MSG (Mono Sodyum Glutamat) - içeren bir üründür ve Dünya ve Türk mutfaklarında genellikle lezzet artırıcı olarak kullanılmaktadır. Bu makalede, dünyada ve Türkiye’de çeşitli hayvansal ve bitkisel katkıları içeren ticari/endüstriyel bulyonların cis - trans yağ asidi profilleri üzerine gerçekleştirilen bilimsel çalışmalar dikkate alınmıştır. Bu amaçla çalışmada, bulyon üretiminde trans yağ asitleri içeren hidrojene yağ kullanımı, trans yağ asitlerinin oluşumu ve trans yağ asitleri sağlık ilişkisi, bulyon üretimi hakkında genel bilgiler ve margarin ve/veya bulyonlarda cis - trans yağ asidi profili üzerine yapılan bilimsel çalışmalar alt başlıklar halinde açıklanmıştır. Trans yağ asitleri (TFA), trans konfigürasyonunda en az bir konjuge olmayan çift bağ içeren doymamış yağ asitleridir. Beslenmedeki toplam TFA, endüstriyel olarak (kısmi hidrojene bitkisel yağlardan) üretilen bulyon vb ürünler ve ruminantlardan doğal olarak (biyo-hidrojenizasyon) elde edilen (süt ve et) ürünlerden kaynaklanabilir. Makalede bu konu, bulyonların cis yağ asidi profiline göre iyot sayısının hesaplanması ve muhtemel hayvansal (özellikle domuz ürünleri) katkıların mevcudiyetinin tahmin edilmesi ve helal statüsü açısından da ele alınmıştır. Sonuç olarak, bu madde ile birlikte Türkiye’de üretilen bulyon ambalajları üzerinde "Trans Yağ Asidi İçerir/Trans Yağ Asidi Sıfır" ibaresinin yer almasının toplum sağlığı, sağlıklı beslenme ve gıda güvenliği açısından gerekliliği gündeme getirilmiştir.

CIS-TRANS FATTY ACIDS IN COMMERCIAL BULLIONS PRODUCED UNDER INDUSTRIAL CONDITIONS AND THEIR IMPORTANCE IN TERMS OF FOOD SAFETY

Keywords:

Bouillon, Elaidic Acid,
Hydrogenated Fats, GC,
Trans Fatty Acids

ABSTRACT

A bouillon as a cube or tablet, contains a dehydrated flavor product from dehydrated vegetables, includes meat/chicken stock, mostly a small portion of hydrogenated fats and salt – sometime MSG (Mono Sodium Glutamate) – are used as a flavor enhancer substant in the World and Turkish cuisines. In this article, scientific studies carried out in the world and in Turkey on the cis - trans fatty acid profiles of commercial/industrial bouillions containing various animal and herbal additives have been reviewed from different perspectives. This review, consists of the subtitles: introduction (using of hydrogenated oil containing trans fatty acids in bouillon production, relationships between human health and trans fatty acids), general information about industrial bouillon production, formation of trans fatty acids in fats

*Sorumlu Yazar: Harun DIRAMAN, E-mail: hdiraman@aku.edu.tr Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7431-7524>

and cis - trans fatty acid profile in margarine and bouillon. Trans fatty acids (TFAs) are chemically unsaturated fatty acids containing at least one unconjugated double bond in the trans configuration. Total TFAs in a diet can be originated from industrially produced fats (full/partially hydrogenated vegetable oils) used in bouillon production, and meat and milk fats that are naturally derived from ruminant (bio-hydrogenation) animals. In this study, the calculation of Iodine Number based on cis fatty acid profile of bouillons in terms of the estimation of possible animal products (especially pork) additions for halal status were explained. As a result, together with this article, the necessity of the presence of labels "Contains TFAs / Zero TFAs" on the bouillon packages produced in Türkiye in terms of public health, healthy nutrition and food safety status have been brought to the agenda.

1. Giriş

Günlük beslenmede dikkate değer bir diyet kaynağı olarak, farklı düzeylerde *trans* yağ asitlerine (TFA) içeren endüstriyel hidrojenlenmiş bitkisel yağların önem taşıdığı bilinmektedir. *Trans* FA, özellikle margarin ve şortening üretiminde bitkisel yağların kısmi hidrojenasyonu (elaidinizasyon) ile meydana gelmektedir. Kısmi hidrojene yağ içeren endüstriyel TFA (ITFA) yarı katıdır, daha yüksek oksidatif stabiliteye ve daha uzun raf ömrüne sahiptir. TFA'ların, LDL (Düşük Yoğunluklu Lipoprotein [Kötü Huylu]) kolesterol serum düzeylerini arttırması ve HDL (Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein [İyi Huylu]) kolesterol düzeylerini, özellikle de koroner kalp hastalığı riskini azaltması nedeniyle insan sağlığı açısından bazı riskleri vardır. Modifiye yağ üretim tekniğinin önemli bir ürünü olan kısmi hidrojene bitkisel yağlar, küresel olarak işlenmiş gıda ürünlerinde (margarinler, derin yağda kızartılmış gıdalar, fırıncılık ve hazır/şekerleme ürünleri [bulyon küpleri]) yaygın olarak kullanılmaktadır (Mensink ve ark 2003; Kuhnt ve ark 2011).

Günümüzde endüstriyel boyutta bulyon üretiminde, tam veya kısmi hidrojene edilmiş bitkisel orijinli (özellikle de palm, soya, kanola yağı vs gibi) yağlar kullanılmaktadır. Bu yağlar modifiye yağ üretim tekniğinde önem taşıyan ürünler olup; dik-

kate değer TFA seviyede TFA içerdikleri bilinmektedir. Kısmi hidrojene bitkisel yağ içerdığı bilinen bulyon küp/ tabletleri, günlük diyetle dikkat çeken bir TFA kaynağı olarak büyük bir önem taşımaktadır. Hidrojenizasyon işlemindeki yüksek sıcaklık ve basınç nedeni ile yağlarda kalp ve damar rahatsızlıklarını tetikleyen (özellikle iyi huylu kolesterol HDL'yi azaltıp kötü huylu kolesterol LDL'yi yükselten) *trans* yağ asitlerinin (TFA) oluştuğu bilinmektedir (Mensink ve ark., 2003 Pipoyan ve ark., 2021). Günümüzde gıda güvenliği ve insan sağlığı yönünden çeşitli işlenmiş veya hazır gıdalarda TFA düzeyinin izlenmesi ülkesel ve hatta uluslararası bazlı birçok projelere konu olmaktadır. *Trans* yağ asitlerinin (TFA) beslenme fizyolojisindeki önemine bağlı olarak yapılan epidemiyolojik çalışmaları; bunun kandaki HDL düzeyini azaltıp LDL miktarını arttırmaya teşvik etmesi ve kalp hastalıklarının [CDH] artmasına yol açtığı kesin bir şekilde göstermektedir. Uluslararası Tıp otoriteleri ve uluslararası gıda güvenlik kuruluşları (FAO/WHO, FDA, EFSA) gıdalardaki TFA düzeylerinin izlenmesi gereğini ifade etmektedirler (Caponio ve ark., 2002; 2003a,b; Mensink ve ark., 2003; Pipoyan ve ark., 2021).

Bulyon hemen hemen günümüz Türk mutfağında yaygın olarak yemeklere pişirme esnasında aroma verici veya lezzet artırıcı bir katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Bulyon küpleri, diyet içindeki mikro besin

eksikliğini telafi etmek için özellikle Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra dünya çapında popüler hale gelmiştir (Caponio ve ark., 2003b). Yapımında tam veya kısmi hidrojene bitkisel yağların bulunduğu ve bu yağların yüksek düzeyde TFA içerdiği bilinmektedir. Bulyon tketiciminin sıradan olması ve yapısında da içerdiği yağ kaynakları bakımından dikkate değer düzeyde – TFA bulundurması muhtemel – hidrojenize katı yağ bulundurduğun da bilinmesi açısından, bu konuda bilgi sahibi olunmasını gerekli kılmaktadır. Türkiye'de endüstriyel şartlarda üretilmiş çeşitli ticari bulyonların tketicildiği *trans* yağ asitleri (TFA'lar) dahil olmak üzere yağ asidi (FA) bileşikleri hakkında ayrıntılı bilgi yoktur. Bunun yanında yapılan literatür taramalarında da bulyonların TFA içerikleri hususunda ulusal veya uluslararası düzeyde çok az bilimsel çalışmanın olması da konunun ele alınması için ayrı bir sebep olarak görülmektedir. Ayrıca, Türkiye'de çeşitli bulyon etiketleri üzerinde “trans yağ asidi içermeyen” beyanı bulunmamaktadır. Adı geçen bu faktörler, bulyonlar hakkındaki mevcut *cis-trans* yağ asidi profili durumu ve yağ asidi profiline dayalı olarak domuz yağı içerip içermediği hakkında gıda güvenliği kapsamında ayrıntılı bir bilimsel derlemenin yapılmasını gerekli kılmaktadır. Bu alışma ile dünyada ve ülkemizdeki üretilmiş ve günümüz mutfakları için popüler ve yaygın bir lezzet verici/artırıcı olarak kullanılan çeşitli bulyonların gıda güvenliği kapsamında; *cis - trans* yağ asidi profilleri hakkında yapılmış olan çeşitli çalışmalar farklı kaynaklardan derlenmiş olup; özellikle de endüstriyel ticari bulyonlar için beslenme fizyolojisi ve gıda güvenliği yönünden sağlıklı ve güvenilir gıda tketicimi açısından önem taşıyan TFA düzeyleri ile yağ asidi profiline göre domuz ürünleri katkısı ihtiva edip etmediği gibi konularda bilgi verilmesi amaçlanmıştır. Bu

derleme çalışmasının sanayi tipi ticari bulyonlar konusunda ulusal düzeyde özellikle TFA hususunda yapılan veya ileride yapılacak resmi veya özel beslenme araştırmalarında adına doğru bir toplu bilgi kaynağı oluşturacağı düşünülmektedir. Ayrıca yağ asitleri temelinde bulyonlardaki muhtemel hile ve tağşişlerin [helal olmayan bazı katkıların -özellikle de domuz ürünleri- muhtemel ilavesi veya bulaşmasının] tespit (tahmin) edilmesinin yanında, kalitenin geliştirilmesinin ve tüketicilerin sağlığının korunması - sağlıklı beslenme ve gıda güvenliği [hile/tağşiş tespit-tahmini] - yönünden de dikkate değer bilgilerin sağlanması hedeflenmiştir.

2. Bulyon retimi Hakkında Genel Bilgiler

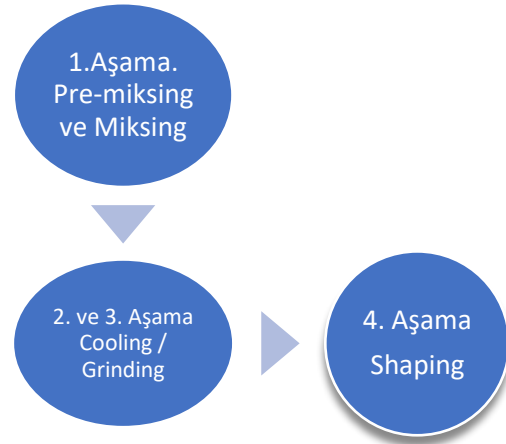
Modern bulyon fransız et suyu türüdür ve genellikle bunun için eř anlamlı olarak kullanılmakta olup, bu isim, kaynama anlamına gelen Fransızca "bouillion" kelimesinden gelmektedir. Genellikle mirpua (doğranılan farklı sebzeler), aromatik bitkiler (genellikle bir buket garni), sığır eti, dana eti, kümes hayvanı kemiklerin veya karideslerin kaynayan suda sebze ile pişişilmesiyle yapılmaktadır. Kp bulyonun ilk üreticisi 18. yüzyılın sonlarında Amerikan doğumlu bir hekim olan Count Rumford (1753-1814) olup, ürettiği bulyonlar ile Dk'ın ordusunu onunla beslediği bilinmektedir. Endüstriyel olarak ilk kp bulyon 1908 yılında İsv'te Julius Maggi tarafından üretilmiş ve ticari bir ürün olarak piyasaya sunulmuştur. Bu rn et ekstrakt bazlı olup, ilk olarak kapsül daha sonra kp olarak piyasaya sunulmuştur (Cook, 1913; Caponio ve ark., 2003b).

Yapımı çok eski dönemlere kadar dayanmasına rağmen; son dönemde endüstriyel şartlarda üretilen yeni ürünlerden biri olan bulyon, yemeklerde tat ve lezzet verici ve

arttırıcı olarak kullanılmaktadır. Eski üretim tarzı bulyon yapım yöntemlerinde, özellikle et ve kemiğin, tercihe göre, bazı baharatlar ve sebzelerle su içinde kaynatılmasıyla tatlarının suya geçirilmesi ile elde edilmekteydi. Et ve kemikten geçen kolajen sayesinde jelleşen su, sıcakken süzülüp soğutulup katılaşmasıyla bulyon üretilmekteydi. Bulyonlar (tavuk ve et suyundan üretilmiş) ile yemeğe kıvam ve lezzet verilmesi sağlanmaktadır. Kurtulmuş sebzelerden üretilen bir dehidrate lezzet ürünü olan bir bulyon küpü veya tableti, et/tavuk bileşeni, küçük miktarda kısmi hidrojene yağlar (kısmi hidrojene bitkisel yağlar) ve tuz – bazen de bir lezzet arttırıcı madde olarak kullanılan Mono Sodyum Glutamat (MSG) – oluşmaktadır (Gupta ve Bongers,2011; Caponio ve ark., 2003a,b). Yapımı tarihin eski dönemlerine giden gıdalarda lezzet artıcı bir aromatik katkı maddesi olan etli/ tavuklu ve sebzeli bulyonlar, günümüzde Dünya ve Türk mutfağında lezzet arttırıcı bir madde veya instant bir ürün olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bulyonun Türk halkının diyetinde dikkat çeken popüler ve yaygın olarak kullanılan bir gıda katkı maddesi olduğu da bilinmektedir.

Ticari bulyonların üretim prosesi, Gupta ve Bongers (2011) tarafından kısaca özetlenmiştir. Bulyonda kullanılan tüm kuru bileşenler hep birlikte karıştırılır (ardından erimiş yağ ile karıştırma / granülasyon, ardından renk ve tatlar eklenir (1. aşama-Pre-miksing ve Miksing). Soğutma (çoğunlukla erimiş yağın katılaşması nedeniyle olgunlaşma olarak adlandırılır) (2 ve 3. aşama – Cooling / Grinding) ve ardından şekillendirilir (4. aşama - Shaping), ambalajlanmış ve paketlenmiş Bu işlemler, sırasıyla aşağıdaki sıcaklıkları içermektedir, 1 aşama yaklaşık 45°C ve 55°C, 2. Aşama 30 °C'de soğutma ve 50 lt - 200'de 20–30 saate kadar sürebilir (soğutma yaz aylarında

daha da uzun sürmektedir) (Gupta ve Bongers, 2011). Bulyon üretimi bir akış diyagramı olarak Şekil 1'de gösterilmiştir.

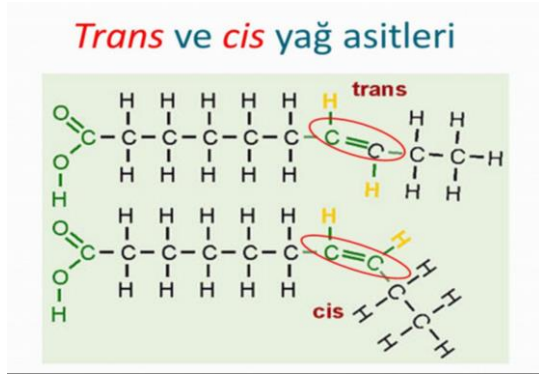


Şekil 1. Bulyon üretimi akış diyagramı

3. Yağlarda Trans Yağ Asitlerinin Oluşumu

Doymamış yağ asitleri arasında geometrik ve pozisyon izomer olmak üzere iki farklı izomer yapı bulunmaktadır. Bu izomerizm, yapıdaki hidrojen atomlarının konfigürasyonuna bağlı olarak cis ve *trans* şeklinde iki formda bulunmaktadır. Hidrojen atomları karbon zincirinin aynı tarafında ise cis izomerler, aksi yönde ise *trans* izomerler oluşmaktadır. Yağ asitlerindeki *trans* konfigürasyonu *t* harfi ile gösterilmekte olup, bu harf, ilgili yağ asidinin karboksil ucundan itibaren sayılan çift bağın yağ molekülündeki pozisyonunu ifade etmektedir. Cis izomeri ise *c* harfi ile işaret edilmektedir. Bu bilgiye göre, en önemli trans yağ asidi olan elaidik asit 18:1 9*t*, (*trans*- Δ -9 oktadesenoik asit), bunun cis formu ise 18:1 9*c* ise (cis- Δ -9-oktadesenoik asit) olarak gösterilmektedir. Yağ asitlerinin cis formu molekülde bükülmeye yol açarken *trans* formu doymuş yağ asitlerinin düz zincirine benzerlik göstermektedir. *Trans* formda çift bağ açısı cis forma göre daha küçüktür ve acil zinciri daha doğrusaldır. Şekil 2'de yağ asitlerinin trans ve cis izomer yapısı

gösterilmiştir. Bu özellikten dolayı TFA daha dayanıklı (erime noktası ve termo dinamik stabilitesi daha yüksek) bir molekül yapısına sahip olmaktadır. Cis formdaki yağ asitleri daha düşük sıcaklıklarda ergirirken TFA daha yüksek sıcaklık derecelerinde ergimekte (oleik asid'in cis formu 13.4 °C'de, onun trans formu olan *elaidik asit* (C18:1 *t*) ise 43.5-45.5 °C arasında erimekte). Bu durum *trans* izomerlerini yarı-katı yağlar ve margarin /şortening üretimi için cazip kılmaktadır (Gunstone, 1986; Kayahan, 2002; Pipoyan ve ark., 2021).



Şekil 2. Yağ Asitlerindeki Trans ve Cis İzomer Yapısı

Cis izomerine sahip çoklu doymamış yağlara teknolojik olarak kısmi hidrojenasyon işlemi uygulanarak geride kalan çift bağlarda *trans* izomerleşmesi meydana gelmektedir. Oluşan *trans* yağ asitleri yüksek bir erime noktasına sahiptir. Kısmi hidrojenasyon işlemine maruz kalmış yağlarda *trans* yağ asitleri bulunmaktadır, ancak bu yağlara tümüyle hidrojenasyon işlemi uygulandığında bütün doymamış yağ asitleri stearik aside dönüşeceğinden *trans* doymamış yağ asidi içermemektedir. Bu durumda yağlardaki *trans* yağı içeriği, uygulanan hidrojenasyon derecesine göre farklılık göstermektedir. *Trans* formunda aynı sayıda ve tipte atomlar bulunurken fiziksel, kimyasal ve fizyolojik özelliklerde değişim meydana gelmektedir (Demir ve Taşan, 2019). Çok eski çağlardan bu yana insan

beslenmesinde yer alan *trans* yağ asitleri inek, koyun gibi geviş getiren hayvanların sütlerinde ve yağlarında az miktarlarda (biyo-hidrojenizasyon) bulunmaktadır. Buna karşılık, beslenme açısından dikkate değer düzeyde *trans* yağ asidi içeriği yüksek yağların büyük çaplı ticari / endüstriyel üretimleri, gelişen margarin endüstrisiyle birlikte başlamıştır. Çünkü margarin ve şortening formülasyonlarında yer alan kısmi hidrojenize yağların üretimi süresince, doymamış yağ asitlerinin *trans* izomerleri ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla, *trans* yağ asitleri günümüz insan beslenmesinde geniş bir düzeyde yer alır hale gelmiştir (Taşan ve Geçgel, 2008; Pipoyan ve ark., 2021). Diğer taraftan, yağları işlevsellik ve oksidasyona dayanıklılık açısından geliştirmek amacıyla uygulanan hidrojenasyon işlemi haricinde interesterifikasyon, fraksiyonizasyon ve çeşitli kombinasyonlar gibi farklı modifikasyon tekniklerinin uygulamaları *trans* yağ asidi içermeyen veya çok düşük düzeylerde içeren margarin ve şortening üretimi için yaygınlaşmaktadır (Hunter, 2005). Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Kurumu (FDA), gıda maddeleri etiketlerinde *trans* yağ asidi içeriğine ait bilgilerin bulundurulmasıyla ilgili kriterleri açıklamış olup, *trans* yağ asidi miktarının belirtilmesi zorunluluğunu 1 Ocak 2006'dan itibaren yasal olarak getirmiştir. *Trans* yağ asidi alımının azaltılması konusunda uluslararası sağlık kuruluşlarının tavsiyesi ve birçok ülkenin bu konuda yasal düzenlemelere gitmesiyle birlikte ülkemizde de Türk Gıda Kodeksi gıda maddelerinin genel etiketleme ve beslenme yönünden etiketleme kuralları tebliğinde 2007 yılında yapılan değişiklikle *trans* yağ asidi içeriği beyan kuralları belirlenmiştir (Demir ve Taşan, 2019). Ulusal Beslenme Konseyinin Yağ Bilimi Komisyonu raporunda (Anonim., 2022) Tarım ve Orman Bakanlığı 07 Mayıs 2020 tarihinde

yönetmelikte değişiklik yaparak son tüketiciye sunulması amaçlanan gıdalarda ve perakende satışa yönelik gıdalardaki hayvansal yağlarda doğal olarak bulunan trans yağ hariç (endüstriyel olarak üretilen *trans* yağlar) gıdalarda trans yağ içeriğini 100 gram yağda 2 gramı geçmeyecek şekilde düzenlendiği ifade edilmiştir. Aynı raporda ilgili bilim insanları, yapılan bu düzenleme ile halk sağlığını korunması, Türkiye'deki gıda firmalarının *trans* yağ düzenlemesi bulunan birçok ülkeye yaptığı ve yapacağı gıda ihracatında endüstriyel olarak üretilen *trans* yağlardan kaynaklı sorunların da önlenmesi hedeflendiğini kaydetmiştirler. Bununla beraber Tarım ve Orman Bakanlığı'nın Türk Gıda Kodeksi Gıdalara Vitaminler, Mineraller ve Belirli Diğer Öğelerin Eklenmesi Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik ile kısıtlanan *trans* yağ miktarının ölçümüne dair standart bir metot belirlemesi ve üretilen gıdaların uygunluğunu denetlemesini gerektirdiği raporda belirtilmektedir. Rapora göre, olumsuz sağlık etkileri (koroner kalp hastalığı [KKH] riski, inflamasyon artışı, insülin direnci, Tip 2 diyabet, obezite, hipertansiyon, Alzheimer, değişik kanser türleri (meme, kolon, pankreas, prostat, vb.) infertilite, endometriyoz ve kolelityaz gibi diğer hastalıkların da gelişimi gibi) bilimsel olarak kanıtlanmış endüstriyel *trans* yağların tüm gıda zincirinden kaldırılması amaçlanmalıdır (Anonim., 2022).

4. Margarinlerde Cis – Trans Yağ Asidi Profili Konusunda Yapılan Çalışmalar

Literatürde özellikle süt ürünleri, rafine ve doğal yağlar ile – özellikle de bulyon üretiminde kullanıldığı kesin olarak bilinen - margarin/şorteningler ile hazır tüketilen ve farklı tekniklerde üretilmiş çeşitli gıdaların cis - *trans* yağ asidi profillerine dair pek çok araştırma bulunmaktadır. Ülkemizde ve dünyada yemeklere lezzet vermesi ama-

cıyla yaygın bir şekilde katılan bulyonların yapısında bulunduğu bilinen margarinlerin de cis – *trans* yağ asidi profili konusunda yapılan çalışmalar, bu derlemede öncelikle mukayese amacıyla ele alınmıştır. Bu hidrojenizasyon işlemine maruz kalmış katı yağlarda (margarin ve şorteningler) cis-*trans* izomerlerine ilişkin bilgi verilecektir. Kayahan ve Tekin (1994), ülkemizde üretilen 12 adet kahvaltılık, 4 adet pastacılık ve 1'de mutfak margarinini olmak üzere toplam 17 adet margarin örneğinin yağ asitleri kompozisyonlarını, *trans* ve konjuge yağ asitleri açısından incelemişlerdir. Pastacılık margarinlerinde bir örnek hariç 3'ünde *trans* yağ asiti içeriği düşük olduğunu, fakat mutfak ve kahvaltılık margarinlerde bu oranın %5.54 – 34.52 gibi yüksek oranlarda olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada, 17 örneğin 16'sında *trans* yağ asidi bulunduğu ve bunun ülkemizde margarin üretiminde genel olarak hidrojenasyon işlemi kullanıldığının kanıtı olduğu belirtilmiştir. Sadece bir kahvaltılık margarinde *trans* yağ asidine rastlanmadığı ve bu margarinin üretiminde kısmi hidrojenasyon yerine tam hidrojenasyon, fraksiyone kristalizasyon veya interesterifikasyon işlemlerinden birinin kullanılmış olmasının muhtemel olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar margarinlerde major yağ asitleri olarak kaprilik (% 0.15 -2.35 sadece altı örnek), laurik (% 0.04 – 3.99), miristik (% 0.16 –1.58), palmitik (% 12.61- 31.04), stearik (% 4.65 - 10.33), oleik (% 25.54 – 38.14), linoleik (% 1.13 – 44) ve linolenik (% 0.10 – 1.17) arasında bir değişim gösterdiğini bulmuşlardır. Ayrıca toplam doymuş yağ asidi (SFA) düzeyi değişimini, % 18.72 – 40.48 ile toplam doymamış (UFA) yağ asidi düzeyi değişimini ise, % 59.97 – 75.75 arasında kaydetmişlerdir (Kayahan ve Tekin,1994). Tavella ve ark. (2000) Arjantin'de tüketilen çeşitli gıdalarda yaptıkları çalışmada,

trans C18:1 (elaidik) yağ asidi miktar değişimini margarinlerde, % 18.15 – 31.84 olarak bildirmişlerdir.

Torres ve ark. (2002), Portekiz’de yaptıkları bir çalışmada 17 farklı margarinin yağ asidi profilini incelemişler ve toplam *trans* yağ asitleri miktarının %0.20 – 9.0 arasında, ortalama %2.6 olduğunu; C18:1 *trans* yağ asidinin %0.10-8.20; C18:2 *trans* yağ asidinin % 0.10-2.20 ve C18:3 *trans* yağ asidinin ise % 0.20 – 8.90 arasında bir değişim gösterdiğini belirtmişlerdir.

Arıcı ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada Türkiye’de üretilen margarinlerde toplam doymuş (SFA) yağ asitleri içeriğini % 23.90 – 32.30; tekli doymamış (MUFA) yağ asidi oranını % 44.00 – 61.90 ve çoklu doymamış (PUFA) yağ asidi oranını % 14.20– 24.10 arasında tespit etmişlerdir. 13 yumuşak ve 10 sert margarinini inceledikleri çalışmalarında, sert margarinlerde *trans* C18:1 yağ asidi miktarı % 18.50 – 29.80; *trans* C18:2 yağ asidi % 1.60-4.40 ve *trans* C18:3 yağ asidi % 0 – 0.10 olarak belirtilmiştir. Yumuşak tip margarinlerde ise *trans* C18:1 içeriği % 0.70-8.10; *trans* C18:2 içeriği % 0.10-1.50 ve *trans* C18:3 içeriği % 0 – 0.20 olarak belirtilmiştir.

Caponio ve ark. (2003a), 12 farklı margarin üzerinde yaptıkları bir çalışmada hidrojenasyon yoluyla üretilen yağlarla fraksiyone yağları karşılaştırmışlar ve hidrojenasyon tekniği ile üretilen margarinlerin fraksiyone yağlara göre daha fazla *trans* yağ asidi içerdiğini belirtmişlerdir.

Kuhnt ve ark. (2011) Almanya’da üretilmiş içerisinde katı yağ içerdiği bilinen çeşitli gıdalarla (6 kategoriye ayrılmış gıda grupları ile) birlikte margarin (n=27) *cis* - *trans* yağ asidi profillerini GC kapiler kolon yöntemi ile analiz etmiştir. Margarinlerde major *cis* yağ asitleri dağılımının palmitik, stearik, oleik ile linoleik olduğunu ve margarinlerin SFA % 20.10 – 55.31, MUFA

% 19.91 – 55.04 ve PUFA’nın ise % 12.27 – 52.82 arasında bir değişim gösterdiğini kaydetmişlerdir. Margarinlerde TFA değişimi % 1.70 – 3.26 arasındadır.

Demir ve Taşan (2019) etiketinde, *trans* yağ içermez ibaresi bulunan sekiz farklı markaya ait margarin örneklerindeki toplam *trans* yağ asidi (TFA) değişim miktarlarının % 0,19 – 0.79 arasında belirlemiştir. Araştırmacılar major yağ asidi değişimi olarak palmitik asit % 30.81 – 41.25, stearik asit % 4.22 – 7.49, oleik asit % 27.91 – 37.52, linoleik asit % 9.27 – 16.36, linolenik asit % 0.21 – 1.39 arasında belirlenmiştir.

5. Endüstriyel Ticari Bulyonların Cis-Trans Yağ Asidi Profilleri Üzerine Yapılan Bilimsel Çalışmalar

Bir önceki bölümde bulyon üretimde kullanıldığı kesin olarak bilinen - margarin/şorteningler ile hazır tüketilen ve farklı tekniklerde üretilmiş çeşitli gıdaların *cis* - *trans* yağ asidi profillerine bilgiler verilmiştir. Literatürde yapılan detaylı taramalarda farklı ülkelerden- ülkemiz de dahil olmak üzere- et ve sebzeli bulyon tablet/küplerinin *cis* - *trans* yağ asidi profilleri hakkında sınırlı sayıda basılmış araştırmaların olduğu ve bu çalışmaların bir çoğunun da 2000’li yılların ilk dönemine ait olduğu görülmüştür. Yapılan kaynak taramasında Türkiye’de çeşitli ticari bulyonların tüketildiği *trans* yağ asitleri (TFA’lar) dahil olmak üzere *cis* yağ asidi (FA) bileşikleri hakkında – Karabulut (2007) ve Dıraman (2019) çalışması hariç – ayrıntılı bilgi yoktur. Batı ülkelerinde bulyonların yağ asitleri profiline ilişkin olarak yapılan araştırmalar da bu bölümde verilen sınırlı sayıdaki çalışmalarda özetlenmiştir.

Caponio ve ark. (2002), İtalya’da üretilmiş çeşitli bulyonlarda (n=12) toplam yağ mik-

tarı değişimini % 7.85 – 25.46 arasında belirlemişlerdir. Bulyon örneklerinin yağlarına ilişkin diğer kimyasal kriterlerin değişimlerini sırasıyla, serbest yağ asidi (SYA) miktarı % 0.41 – 2.48 oleik asit, peroksit sayısı (PS) 8.30 – 37.4 meq O₂/kg yağ olarak vermişlerdir. Bulyon örneklerinde (n=9) en çok hidrojenize edilmiş bitkisel yağ kullanılmış olup, diğer üç örnekte hidrojenize hayvansal yağ ilavesi de bulunmaktadır. Bulyon örneklerinde kapiler kolon GC yöntemi ile *trans* yağ asitleri (TFA) değişimini (elaidik asit C18 :1 *t* için % 1.45 – 21.90 ve C18:2 *t* + C18:3 *t* için ise % 0.005 – 1.77) olarak vermiştir. Bulyonlarda major cis yağ asitleri dağılımının da bütirik, kaprik, kaprilik ve laurik (minör % 1'den az) ile palmitik, oleik, stearik, linoleik, miristik ve linolenik olduğu görülmüştür.

Caponio ve ark. (2003b), ait diğer bir çalışmada da İtalya'da tüketilen (muhteviyat: hidrojene yağ içeren ve içermeyen, bitkisel katkı, hayvansal katkı, katı yağ, et ekstraktı içeren) toplam 22 adet ticari bulyon örneğinin cis yağ asidi bileşenlerini belirlemişlerdir. Bulyon örneklerinde toplam yağ miktarı % 4.3 ile 29.80 arasında bir değişim göstermiştir. Bulyon örneklerinin SYA ve PS düzeyleri sırasıyla 4.5 – 6.2 g.kg⁻¹ ile 19.3 – 20.6 meq O₂/kg.yağ olarak belirlenmiştir. Bulyonlarda major cis yağ asitleri dağılımının da bütirik, kaprik, kaprilik ve laurik (minör %1'den az) ile palmitik, oleik, stearik, linoleik, miristik ve linolenik olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmada elaidik asit (C18 :1 *t*) için % 8.45 – 20.89 ve C18:2 *t* + C18 :3 *t* için ise % 0.09 – 1.77 değerleri arasında bir değişim tespit etmişlerdir. En düşük elaidik asit (% 8.45) ve toplam *trans* linoleik ve linolenik asit toplam değerleri (% 0.09) hidrojene yağ içeren

meyen bitkisel katkı ve katı yağ içeren örnekte belirlenmiştir (Caponio ve ark., 2003b).

Karabulut (2007) Türkiye'de üretilmiş iki adet et bulyonu örneğinde elaidik asit belirlenmediğini, C18:2 *t* ve C18:3 *t* için ise sırasıyla % 0.05 ve % 0.25 tespit edildiğini kaydetmektedir. Araştırıcı ortalama değer olarak toplam doymuş yağ asitleri (SFA) 'nın % 66.69, toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) 'nın % 27,08 ve toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) 'nın ise % 5.96 ve toplam doymamış yağ asitleri (UFA) % 33.04 arasında belirlenmiştir. Bulyonlarda major cis yağ asitleri dağılımının da palmitik, oleik, stearik, linoleik, miristik, laurik ve linolenik asitler olduğu görülmüştür. Ayrıca, bu çalışmada PUFA (omega 6) 'lardan C20:2 (eicosadienoik asit) ve C20:4 (araşidonik asit) yağ asidinin varlığı beyan edilmemiştir. (Karabulut, 2007).

Karřulinová ve ark., (2007) Ćekya'da bitkisel sıvı yağ ile hidrojene bitkisel katı yağ içeren 5 bulyon örneğinde kuru madde ve ham yağ (sokselet yöntemi ile) değişimini sırasıyla % 93.88 – 98.38 ve % 7.8 – 25.0 arasında tespit etmiş olup, bulyon üretiminde kullanılan yağ tipini de 4 adet örnek için sertleştirilmiş (hidrojenize edilmiş) bitkisel yağ ve 1 örnek için ise Ayçiçek yağı olarak belirtmiştir. Ticari bulyon örneklerinde elaidik asit değişimini % 1'den az – 1.80 olarak ve toplam TFA değişimini de % 0.50 – 2.10 arasında belirlemişlerdir. Araştırcılar SFA'nın % 53.50–65.90, MUFA'nın % 27.80 -38.10 ve PUFA'nın ise % 6.30 – 9.60 arasında bir değişim kaydetmişlerdir. Bulyonlarda major cis yağ asitleri dağılımının da bütirik, kaprik, kaprilik ve laurik (minör %1'den az) ile palmitik, oleik, stearik, linoleik, miristik ve lino-

lenik olduğu görülmüştür. Bu çalışmada da PUFA (omega 6) 'lardan C20:2 (eicosadienoik asit) ve C20:4 (araşidonik asit) yağ asidin varlığı beyan edilmemiştir.

Almanya'da üretilmiş ve içerisinde katı yağ içerdiği bilinen çeşitli gıdalarla (6 kategoriye ayrılmış gıda grupları ile) birlikte bulyonların cis - *trans* yağ asidi profilleri Kuhnt ve ark., (2011), tarafından GC kapiler kolon yöntemi ile analiz edilmiştir. Bulyon rneklerinin de yer aldığı instant gıdalar (n=22) grubunda örneklerin toplam yağ miktarı değişimi % 2.3 ile 27.30 arasında tespit edilmiş olup, Bulyonlarda major cis yağ asitleri dağılıminın palmitik, oleik, stearik, linoleik, miristik ve linolenik olduğu görülmüştür. Gıda maddelerinde laurik ve miristik asit yksekliliğini palm çekirdeği ve coconut yağını işaret ettiğini ifade etmişlerdir. Sonuçlar Avrupa Birliği (AB) ve diğer batı ülkelerine ait resmi TFA normları ile mukayese edilmiştir. Araştırcılar SFA'nın % 20.71 – 94.96, MUFA'nın % 4.56 – 65.94 ve PUFA'nın ise % 0.48 – 24.81 arasında bir değişim kaydetmişlerdir. Ayrıca, n-3 % 0.05 – 2.76, n-6 % 0.49 – 23.67 ve CLA % 0.00 – 0.02 olarak tespit edilmiştir. Bulyon örneklerinde toplam TFA değişimi % 0.18 ile % 27.50 arasında değişmiştir. Araştırcılar, bu çalışmada gıdalarda TFA'nın birçok izomerlerini de incelemişlerdir.

Çinli araştırcılar Zhao ve ark. (2017) in'de bulyon hammaddesi olarak kullanıldığı da ifade edilen siyah domuz etine ait et suyu (broth) yağ asidi profilini de (Apoler/zayıf polariteye sahip DB 5 MS kapiler kolon ile) incelemişlerdir. Araştırcılar et suyunda cis formundaki yağ asitlerini tespit etmiş olup, siyah domuz et suyunun cis formu yağ asidi profili sırasıyla doymuş yağ asitleri (SFA), tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ve çoklu doymamış yağ

asitleri (PUFA) olarak %57.94, %35.64 ve %6.42 değerlerine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Domuz et suyunun başlıca major PUFA, MUFA ve SFA grupları, sırasıyla linoleik (linolenik ile birlikte) asit (%5.52), oleik asit (%43.11) ve palmitik asit (%21.69) olmuştur. Çalışma için dikkat çeken husus, domuz eti yağı için karakteristik olabilecek minör PUFA (omega 6)'lardan C20:2 (eicosadienoik asit) ve C20:4 (araşidonik asit) yağ asidini – diğer halal et ürünleri için farklı olarak – dikkate değer düzeyde yüksek bir seviyede (% 0.14 ve %0.20 olarak) bulmuşlardır.

Türkiye'de beş farklı ticari firma tarafından üretilen, çeşitli ticari/endüstriyel bulyon (n=14 [n=12 adet hayvansal katkı ve n=2 bitkisel]) rneklerinde toplam 24 farklı yağ asidi kapiler kolon gaz kromatografisi (GC – FID ve kontrollü sıcaklık fırın program) yöntemi ile Dıraman (2019) tarafından belirlenmiştir. Tüm ticari/endüstriyel örneklerde majör yağ asidi palmitik asit [C16: 0] (% 32.63 – 50.64) olup, diğer hakim yağ asitleri olarak oleik asit [C18: 1n9] (% 12.64 – 33.45), stearik asit [C18: 0] (% 5.28 – 9.90) ve linoleik asit [C18: 2n6] (% 0.45 – 9.82) olmuştur. Bulyon rneklerinin tamamında doymuş yağ asitleri (SFA), tekli doymamış yağ asitleri (MUFA), oklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ve toplam doymamış yağ asitleri (UFA) düzeyi sırasıyla % 42.80 – 60.54, % 12.64 – 33.76, % 0.45 – 9.97 ve % 8.14 – 31.24 arasında değişmiştir. Tüm bulyon örneklerindeki *trans* yağ analizi (TFA) sonuçlarına göre, *trans* oleik asit [C18: 1t] (% 0.08 – 26.00), *trans* linoleik asit [C18: 2 t] (% 0.06 – 2.55), *trans* linolenik asit [C18: 3 t] (% 0.02 – 0.04) ve toplam *trans* yağ asidi (TFA) içeriği (% 0.19 – 28.72) arasında belirlenmiş olup, bu örnekler muhtemelen hidrojene edilmiş yağların yüksek miktarını içermek-

tedir. Tüm numuneler için yağ asidi profiline dayalı olarak hesaplanan diğer parametreler: PUFA/SFA (0.008 – 0.28), *Trans/Cis* (0.002 – 0.50), SFA/UFA (1.37-6.91), İyot Sayısı (İS) 13.20 – 45.46, Oksidatif Duyarlılık (Ox Succ) 41.39 – 474.35 ve Teorik Oksidatif Stabilite (TOSİ) 17.15 – 21.47 saat arasında bir değişim göstermiştir. Yapılan bu çalışmada Türkiye’de üretilmiş çeşitli bulyon örneklerinde dikkate değer bir yüksek düzeydeki laurik ve miristik asit varlığı, üretiminde hindistan cevizi (coco nut) ve palm çekirdeği yağı kullanıldığının bir göstergesi olarak belirlenmiştir. Ayrıca tereyağlı bulyonda laurik asit (% 1.6 civarı) tespit edildiği gibi tereyağları için karakteristik olan bütirik, kaprik ve kaprilik asitler de tespit edilmiş olup, ayrıca hiçbir bulyon örneğinde PUFA (omega 6) ’lardan C20:2 (eicosadienoik asit) ve C20:4 (araşidonik asit) yağ asidinin varlığına rastlanılmamıştır. Toplam doymamış (UFA) asitleri değişimi hayvansal katkılı örneklerde (% 25 civarı) bitkisel katkılı bulyonlara (% 40 civarı) göre daha düşüktür. Hayvansal ve bitkisel katkılı yerli bulyon örneklerinde GC Kapiler kolon yöntemi ile bulunan cis yağ asidi profiline göre hesaplanan İS değerleri değişimi hayvansal katkılı örneklerde (12 – 30 civarı) bitkisel katkılılara (45 civarı) göre daha düşük olmuştur. Kayahan (2005) tarafından Palm Çekirdek Yağı İS (14 – 23), Palm yağı İS (44-54), Koko (Hindistan Cevizi) Yağı İS (7.50 – 10.50) ve Domuz yağı ise İS (46 – 70) değerleri arasında verilmektedir. Firestone (2013) tarafından Palm Çekirdek Yağı İS (28 – 35 & 45 - 64), Palm yağı İS (44 – 54), Palm olein >56, Palm stearin <48, Koko (Hindistan Cevizi) Yağı İS (5.00 – 13) ve Domuz yağı (Lard) ise İS (45 – 168) değerleri arasında verilmektedir. Literatür bilgilerine göre bulyon örneklerimizde üretim esnasında (palm çekirdek

yağı, koko [hindistan cevizi] yağı hayvansal katkılı örneklerde, palm yağı [olein/ stearin] ise bitkisel katkılılarda) kullanılmış olduğu ve bulyon örneklerinin İS değerleri ile yağ asidi profiline eicosadienoik asit ve araşidonik içermemiş olmasına dayanarak, örneklerin hiçbirinin domuz yağı ve katkıları içermediği sonucuna varmak -tahmin etmek- mümkündür.

6. Sonuç

Bu çalışmada dünyada ve ülkemizdeki farklı firmalar tarafından endüstriyel olarak üretilip, piyasada satılan ve yemeklere lezzet vermek amacıyla yaygın olarak kullanılan değişik ticari bulyon tabletlerindeki cis – *trans* yağ asidi profiline ilişkin bilimsel çalışmalar özet olarak verilmiştir. Bu derleme çalışması ile bulyon örneklerinde; beslenme fizyolojisi yönünden önem arz eden - bazı esansiyel yağ asitleri de olmak üzere - cis major yağ asitleri tespit edildiği gibi, taşıdığı sağlık riskleri (kan kolesterol düzeyini -LDL- yükseltme ve HDL seviyesini düşürmek, arterlerin kalınlaşmasını [ateroskleroz] artırmak, kalp krizi [miyokard enfaktüsü] riskini tetiklemek, kadınlar için infertilite riskini arttırmak, insülin direncini artırmak) açısından gıda güvenliği kapsamında önem taşıyan *trans* yağ asitlerinin de dikkate değer düzeyde olduğu da kaydedilmiştir. Ülkemizde çeşitli firmalarca üretilip piyasaya sunulan bulyon tabletlerinin paketleri üzerinde, *Trans* Yağ Asidi içerip içermediğine dair herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Bulyon üretiminde hammadde olarak kısmi veya tam hidrojene bitkisel yağlar yerine çok düşük düzeyde *trans* yağ asidi ihtiva ettiği bilinen interesterifiye edilmiş bitkisel yağların kullanımına gidilmelidir. Bu çalışma ile ülkemizde üretilen bulyon paketlerinin üzerine “*Trans* Yağ Asidi İçerir/ Sıfır *Trans* Yağ Asidi İçerir” ibaresinin yazılmasının halk

sağlığı, sağlıklı beslenme ve gıda g¼venlięi açısından gerekliliği de ortaya konulmuştur.

Ayrıca bu derleme çalışması ile bulyon ¼rnekleri için, haram olan bazı muhtemel - hayvansal yağ katkılarının ilave edilip edilmediği veya hali hazırda mevcut olma hususu ele alındığında; bulyon ¼rneklerinde cis yağ asidi profiline dayalı olarak hesaplanacak – ¼zellikle- İyot sayısı parametresi ve bazı min¼r yağ asitlerin tespiti ile muhtemel bir şüpheli durumun g¼venilir bir doğrulukla tahmin edilmesinin m¼mk¼n olabileceği sonucuna varılmıştır. Bu y¼ntemin ancak daha sofistike y¼ntemlerin uygulama imk¼nı olmadığı durumlarda; et bazlı bu tip benzer ¼r¼nlerin g¼nl¼k kullanımındaki – ¼zellikle muhtemel domuz ¼r¼nlerinin varlığının belirlenmesi de olmak ¼zere – t¼keticilerdeki bazı dini hassasiyetin (helal olması bağlamında) giderilmesi konusunda dikkate değer bir ¼n takdirin yapılabilmesine imk¼n sağlayabileceği d¼ř¼n¼lmektedir. İlgili řu husus da unutulmamalıdır ki, bulyon gibi hayvansal k¼kenli protein kaynağı içerdiği bilinen gıdalarda – haram olan – muhtemel hayvansal katkıların tağşiş/hilesinin tespitinde, protein tabanlı veya genetik esaslı; PCR [RFLP/RAPD, Real-Time PCR], PZR ve biyo-sensor metotları gibi ileri enstr¼mental tekniklerin kullanımının her zaman daha kesin bir sonuç verdiği de zaten bilinmektedir.

7. Kaynaklar

Anonim, (2022). Ulusal Beslenme Konseyi Yağ Bilim Komisyonu Raporu. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel M¼d¼rl¼ę¼, Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1225, Ankara https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-ve-hareketli-hayat-db/Dokumanlar/Kitaplar/UBK_Yag_Bilim_Komisyonu_Raporu.pdf (Erişim 18.08.2024).

Arıcı M., Taşan, M., Geçgel, ¼., & ¼zsoy, S. (2002). Determination of fatty acid composition and total *trans* fatty acids of Turkish margarines by Capillary Gas-Liquid Chromatography. *Journal of American Oil Chemists' Society*, 79, 439-441.

Caponio, F., Gomes, T., & Delcuratolo D. (2002). Qualitative and quantitative characterization of lipid fraction of bouillon cubes. *European Journal Lipid Science Technology*, 215 (3), 202- 203.

Caponio, F., Gomes, T., & Bilancia M. T. (2003a). Measurement of degradation of the lipid fraction in margarines. *European Food Research Technology*, 216, 83-87

Caponio, F., Gomes, T., & Bilancia, M. T. (2003b). Bouillon cubes: Assessment of the state of degradation of the lipid fraction. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83 (13), 1331-1336.

Demir, B.A. ve Taşan M. (2019). *Trans* Yağ Asidi İermez Beyanı Bulunan Bazı End¼striyel Gıdaların Yağ Asidi Profilleri. *Tekirdağ Ziraat Fak¼ltesi Dergisi*. Ocak/January 2019, 16 (1), 23-33. Doi: 10.33462/jotaf.288733

Dıraman, H. (2019). T¼rkiye'de ¼retilen eşitli Gıda Lezzet Arttırıcı Bulyonların Cis -- *Trans* Yağ Asidi Profillerinin Belirlenmesi. Afyon Kocatepe ¼niversitesi BAP PROJE NO: 18 KARİYER.169., 43 sayfa. Afyonkarahisar.

Firstone, D. (2013). *Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats, and Waxes*. AOCS Press (Third edition). Pages: 155, 246. Urbana, IL 61802.USA. 335 pages ISBN 978-0-9830791-9-4

Gunstone, F. D. (1986). Fatty Acid Structure, In *Lipid Handbook*, Gunstone, F. D., Harwood, J. L. and Padley, F. B., Eds. Pages: 1–23. Chapman and Hall Ltd, London and New York.

Gupta S., & Bongers P. (2011). Bouillon cube process design by applying product driven process synthesis. *Chemical Engineering and Processing* 50, 9–15 Doi: 10.1016/j.cep.2010.10.008

Hunter, J.E. (2005). Dietary levels of *trans* fatty acids: Basis for health concerns and industry efforts to limit use. *Nutrition Research*, 25, 499-513.

Karabulut, I. (2007). Fatty acid composition of frequently consumed foods in Turkey with special emphasis on *trans* fatty acids. *International*

Journal of Food Science and Nutrition, 58 (8), 619-28.

Karřulínová L., Folprechtová, B., Doleřal, M., Dostálová J., & Velíšek J. (2007). Analysis of the lipid fractions of coffee creamers, cream aerosols, and bouillon cubes for their health risk associated constituents. *Czech Journal of Food Sciences* Vol. 25, 5, 257–264. Doi: 10.17221/679-CJFS.

Kayahan, M., & Tekin, A. (1994). Türkiye’de üretilen bazı margarinlerdeki trans yağ asitleri ve konjüğe yağ asitleri miktarları üzerine araştırma. *Gıda Dergisi*, 19(3), 147-153.

Kayahan, M. (2002). *Modifiye Yağlar ve Üretim Teknolojileri*, METU Pres, 263 sayfa, Ankara. ISBN 9789757064589

Kayahan, M. (2005). *Yemeklik Yağ Rafinasyon Teknolojisi*. TMMOB. Gıda Müh. Odası. Kitaplar Serisi: 10. Filiz Matbaacılık Tic. Ltd. Şti, 200 sayfa, Ankara. ISBN 975- 395-7.

Kuhnt, K., Baehr, M., Rohrer, C., & Jahreis, G. (2011). Trans fatty acid isomers and the trans-9/trans-11 index in fat containing foods. *European Journal of Lipid Science Technology*, 113 (10), 1281-1292.

Mensink, R., Zock P., Kester A., & Katan, M.B. (2003). Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and

apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials, *American Journal of Clinical Nutrition*, 77, 1146–1155. <https://doi.org/10.1093/ajcn/77.5.1146>

Pipoyan, D., Stepanyan, S., Stepanyan, S., Beglaryan, M., Costantini, L., Molinari, R., & Merendino, N. (2021). The effect of *trans* fatty acids on human health: Regulation and consumption patterns. *Foods*, 10, 2452. <https://doi.org/10.3390/foods 10102452>

Taşan, M. & Geçgel, Ü. (2008). *Trans* yağ asitleri ile ilgili yasal düzenlemeler ve yağ endüstrisine etkileri. TMMOB Kimya Mühendisleri Odası Güney Bölge Şubesi, Bitkisel Yemeklik Yağlar Sempozyumu, 82-86s, Adana.

Tavello, M., Peterson, G., Espeche, M., Cavallero, E., Cipolla, L., Perego, L., & Caballero, B. (2000). *Trans* fatty acids content of a selection of foods in Argentina, *Food Chemistry*, 69, 209–213.

Torres, D., Casal, S., Oliveira M.B.P.P. (2002). Fatty acid composition of Portuguese spreadable Fats with emphasis on *trans* isomers, *European Food Research Technology*, 214, 108-111 <https://doi.org/10.1007/s00217-001-0418-5>

Zhao J, Wang M, Xie J, Zhao M, Hou L, Liang J, Wang S, Cheng J. (2017). Volatile flavor constituents in the pork broth of black pig. *Food Chemistry*, 226, 51-60.