

## OLEOJELLER VE EMÜLSİFİYE ET ÜRÜNLERİNDE KULLANIMI

Şeyma Yeniöglü Demiralp\*, Eda Demirok Soncu, Nuray Kolsarıcı

Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

Geliş / *Received*: 03.02.2017; Kabul / *Accepted*: 06.05.2017; Online baskı / *Published online*: 19.06.2017

Yeniöglü Demiralp, Ş, Demirok Soncu, E, Kolsarıcı, N. (2017). Oleojeller ve emülsifiye et ürünlerinde kullanımı, *GIDA* (2017) 42 (5): 505-513 doi: 10.15237/gida.GD17017

### Öz

Son yıllarda, gıdaların yüksek yağ içeriği ile ilişkili olan sağlık problemlerinin önlenmesi için yağ azaltma stratejileri geliştirilmektedir. Oleojelasyon bu amaçla uygulanan ve gıdalarda doymuş yağ ile trans yağ miktarını azaltmak amacıyla kullanılan güncel tekniklerden biridir. Oleojel, tüketilebilir bir bitkisel yağ içerisinde düşük molekül ağırlığına sahip bir jel ajanın kristalleşerek oluşturduğu üç boyutlu, sürekli ve termo dönüşümlü jel formu olarak tanımlanır. Yapılan çalışmalar oleojellerin unlu mamuller, çikolata, margarin ve emülsifiye et ürünlerinde kullanılabildiğini göstermiştir. Araştırmacılar, emülsifiye et ürünlerinde hayvansal yağ yerine oleojel kullanımının ya da oleojelin belirli oranlarda hayvansal yağ ile ikamesinin, et ürünlerinde doymamış yağ asidi içeriğiyle birlikte duyu ve teknolojik kaliteyi arttırdığını, tekstürü iyileştirdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada, organojelasyon tekniği, organojel/oleojel oluşum ve etki mekanizması, oleojel uygulama alanları, oleojel hazırlamada kullanılan bileşenler ve farklı oleojellerin emülsifiye et ürünlerinde kullanımının ürün özellikleri üzerine etkisi yapılan araştırmalara dayanılarak derlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Oleojelasyon, oleojel, doymuş yağlar, doymamış yağlar, emülsifiye et ürünleri, sos, yağ azaltma stratejisi

## OLEOGELS AND THEIR UTILIZATION IN EMULSIFIED MEAT PRODUCTS

### Abstract

In recent years, fat reduction strategies have been developed to prevent the health risks related to high fat content of foods. Oleogelation is one of the current techniques applied for that purpose in which the saturated fat and trans fat amounts is reduced in foods. Oleogel is defined as a three dimensional, continue and thermoreversible gel which is formed by crystallization of oleogelator with low molecular weight into the vegetable fats. Previous studies demonstrated that oleogels have been recently used in chocolate, margarine, bakery products, dairy products and emulsified meat products. Researchers have been showed that the unsaturated fat content as well as the sensory and technological quality were increased and texture were improved by the use of oleogels instead of animal fats or partial replacement of animal fats by oleogels in emulsified meat products. In this study, organogelation technique, formation and impact mechanism of organogelation/oleogelation, oleogel technique application areas, compounds which are used in oleogel preparation and the effects of oleogels on the quality properties of emulsified meat products were reviewed.

**Keywords:** Oleogelation, oleogel, saturated fats, unsaturated fats, emulsified meat products, sausage, fat reduction strategies

\* Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

demiralpseyma@gmail.com,

(+90) 312 203 3639,

(+90) 312 317 8711

## GİRİŞ

Son yıllarda günlük beslenme ile sağlık arasındaki ilişkiye verilen önem artış göstermiş, özellikle obezite, kalp rahatsızlıkları ve bazı kanser türlerinin günlük yağ tüketimine bağlı olduğu yapılan araştırmalar sonucunda belirtilmiştir (Berasategi vd., 2014; Grasso vd., 2014). Dünya Sağlık Örgütü, günlük alınan toplam enerji içerisinde yağlardan karşılanacak değer %15 ile %30 arasında olabileceğini, doymuş yağların bu değer %10'unu oluşturabileceğini, kalan kısmın doymamış yağlar ile karşılanabileceğini ve günlük kolesterol tüketiminin 300 mg'dan az olması gerektiğini vurgulamıştır (Jiménez Colmenero, 2000). Doymuş yağların ve kolesterolün belirtilen yüzdelerden fazla tüketilmesinin "kötü kolesterol" olarak bilinen LDL miktarını artırdığı bilinmektedir (Co ve Marangoni, 2012). Bu sebeple yüksek kolesterol düzeyi ile düşük çoklu doymamış yağ/doymuş yağ oranı arasında ilişki bulunmakta, koroner kalp rahatsızlıklarının artışında bu ilişkinin etkileri üzerinde durulmaktadır (Youssef ve Barbut, 2009; 2011). Son dönemlerde, insan sağlığını ilgilendiren bu konular tüketicilerin satın alma alışkanlıklarını ve algılarını değiştirmekte ve yağ içeriği azaltılmış ürünlere olan taleplerini giderek arttırmaktadır (Herrero vd., 2012; Barbut vd., 2016a; 2016b; 2016c). Bu doğrultuda, besleyici değeri yüksek ve önemli bir protein kaynağı olan et ürünleri, doymuş yağ içerikleri sebebiyle sağlık açısından risk oluşturmakta ve bu durum pek çok gıdada olduğu gibi et ürünlerinde de yağ azaltma çalışmalarının yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Yüksek tüketim hacmine sahip emülsifiye et ürünlerinde, arzu edilen tekstür, reolojik yapı ve teknolojik özellikler ile renk, gevreklik, lezzet ve sululuk gibi duyuşsal özellikler %30 ile %40 düzeylerinde doymuş yağların kullanılmasıyla sağlanabilir (Bloukas vd., 1997; Stortz vd., 2012; Barbut vd., 2016b; 2016c; Panagiotopoulou vd., 2016). Bu nedenle emülsifiye et ürünlerinde söz konusu kalite özellikleri yitirilmeden doymuş yağ ve kolesterol düzeyinin azaltılarak, yağ asidi profilinin doymamış yağ asidi yönünde zenginleştirilmesine yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır. Hayvansal yağ yerine bitkisel yağ kullanımı bu stratejilerden biri olup, araştırmalar emülsifiye et ürünlerinde bitkisel yağ kullanımının düşük emülsiyon stabilitesi ve düşük proses verimi,

renk, tekstür, lezzet ve sululuk gibi duyuşsal özellikler ile dilimlenebilirlik, pişirme verimi ve su tutma kapasitesi gibi teknolojik özelliklerde kayıp, oksidatif stabilitede azalış ile sonuçlandığını göstermiştir (Paneras ve Bloukas, 1994; Bloukas vd., 1997; Youssef ve Barbut, 2009; Chung vd., 2013; Berasategi vd., 2014; Jiménez Colmenero vd., 2015). Ayrıca, diyet liflerinin, hayvansal orijinli olmayan bir protein ile önceden hazırlanan emülsiyonların, hidrokolloidlerin ve suyun hayvansal yağ ikame maddesi olarak kullanımı da bilinen diğer yöntemlerdir. Araştırmacılar, emülsifiye et ürünlerinde doymuş yağ miktarını azaltmak için hayvansal yağın su ile ikamesinin duyuşsal ve tekstürel özellikleri geliştirdiğini ancak pişirme kaybında artış oluşturduğunu belirtmişlerdir. Öte yandan, bağ doku proteini, soya proteini ve aljinat, karragenan, ksantan gam, keçiyoynuzu gamı, selüloz türevleri, nişasta, pektin gibi hidrokolloidlerin su bağlayabilme ve jel oluşturabilme özelliklerine bağlı olarak emülsifiye et ürünlerinde kullanımının, söz konusu dezavantajları ortadan kaldırarak emülsiyon stabilitesini sağladığı ve tekstürel özellikleri iyileştirdiği de yapılan çalışmalarda rapor edilmiştir (Candoğan ve Kolsarıcı, 2003; Chung vd., 2013; Olmedilla-Alonso vd., 2013; Triki vd., 2013; Herrero vd., 2014). Bu doğrultuda geleneksel yağ/su emülsiyonlarına kıyasla, su tutma kapasitesi yüksek ve katı benzeri yapı gösteren hidrokolloidlerle jelleştirilmiş emülsiyonların emülsifiye et ürünlerinde kullanılması, arzu edilen duyuşsal, tekstürel ve kalite özelliklerini sağlayabilmekte ve oluşturulan jel yapı bileşiminde bulundurduğu bitkisel yağları üretim prosesi ve depolama aşamalarında kalite kayıplarına karşı koruyabilmektedir. (Poyato vd., 2014; Poyato vd., 2015).

Bu noktadan hareketle, son zamanlarda, bitkisel yağların emülsifiye et ürünlerinde kullanılarak ürün kompozisyonunun tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri açısından zenginleştirilmesi amacıyla yürütülen araştırmalarda katı benzeri jel yapıların kullanımı popülerite kazanmıştır. (Jiménez Colmenero vd., 2015). Hidrojenasyon, fraksiyone kristalizasyon ve interesterifikasyon gibi mevcut yöntemler uzun yıllardan beri bitkisel yağların yapılandırılmasında ve katı benzeri form kazandırılmasında kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemlerin bazı dezavantajları araştırmacıları son zamanlarda yeni teknikler üzerinde çalışmaya

yönlendirmiş ve bu noktada yağ asitlerinin yapısında herhangi bir kimyasal değişime neden olmaksızın kullanılabilen organojelasyon tekniği popüler ve yeni bir teknik olarak karşımıza çıkmıştır (Lupi vd., 2012a; Zetzel vd., 2012). Organojelasyon, organik çözümlerin düşük molekül ağırlıklı bileşenler ya da yağda çözünür polimerler aracılığıyla sıvı fazı hapseden üç boyutlu katı benzeri jel yapıların oluşturulması olarak tanımlanır (Lupi vd., 2012a). Organojelasyon tekniği birçok ürüne uygulanabilecek önemli bir teknik olarak görülmekte (Patel vd., 2014) ve yapılan çalışmalar bu tekniğin unlu mamuller, çikolata, margarin, süt ürünlerinin yanı sıra emülsifiye et ürünlerinde yağ taklitçisi olarak hayvansal yağ yerine kullanımının trans yağ ve doymuş yağ asidi miktarının azaltılmasına, emülsiyonun stabilizasyonuna, yağ sızıntısının engellenmesine ve arzu edilen tekstürel ve duyuşal özelliklerin oluşturulmasına olanak sağladığını göstermiştir (Wassell vd., 2010; Gravelle vd., 2012; Toro Vazquez vd., 2013).

### ORGANOJELLERİN/OLEOJELLERİN OLUŞUM VE ETKİ MEKANİZMASI

Organojelasyon tekniğinde sıvı fazı ya da organik çözümler ya da ham/bitkisel yağ, jel ajanını (olejelatör) da düşük molekül ağırlıklı organik jelatörler ya da polimerik jelatörler oluşturur. Genellikle "organojel" olarak isimlendirilen jel yapı, bitkisel yağ kullanıldığı durumlarda "olejel", jel ajanı "olejelatör" ve kullanılan teknik de "olejelasyon" olarak adlandırılır (Co ve Marangoni, 2012; Lupi vd., 2013). Sıvı fazın jel ağı içerisinde immobilizasyonu, polimerik jelatörlerin fiziksel ve kimyasal interaksiyonlar sonucu çapraz ya da karışık bağlar kurması, düşük molekül ağırlıklı organik jelatörlerinde fiziksel interaksiyonlar sonucu iri agregatlar oluşturması ile sağlanır. Sonrasında jel yapı, hidrojen bağları, van der Waals kuvvetleri ve  $\pi$ - $\pi$  etkileşimi gibi zayıf zincirler arası interaksiyonlar ile kuvvetlenir (Pieve vd., 2010; Shapiro, 2011). Oluşan jel yapının kategorizasyonunda bileşimindeki jelatörün molekül yapısı (düşük molekül ağırlıklı organik bileşenler, polimerik bileşenler veya inorganik bileşenler), jelatörün kimyasal yapısı (yağ bazlı olan veya olmayan), kullanılan jelatör sayısı (tek jelatörün veya jelatör kombinasyonlarının kullanıldığı jeller) ve jelin yapısı (kristal yapı ve

ağ oluşumu, kendiliğinden oluşan kristal olan veya olmayan ağlar, polimerik lifler, parçaçıklı ağlar) gibi birçok faktör dikkate alınır (Patel ve Dewettinck, 2016).

Oleojelasyon tekniği günümüzde, emülsifiye et ürünlerinde arzu edilen yapıyı oluşturmak için kullanılacak geleneksel emülsiyon tekniğine alternatif bir yöntem olarak düşünülmektedir. Oleojel; tüketilebilir bir bitkisel yağ içerisinde, düşük moleküler ağırlıklı ve sınırlı çözünebilirliğe sahip olejelatörün asimetrik kristalizasyon ya da kendiliğinden kümeleşme ile oluşturduğu sürekli, termo dönüşümlü ve üç boyutlu ağ yapısına sahip jel formudur (Hughes vd., 2009; Lupi vd., 2012b; Shapiro, 2011; Co ve Marangoni, 2012; Lupi vd., 2012a; Zetzel vd., 2014; Moschakis vd., 2016). Olejel hazırlama işlemi, olejelatöre ve bitkisel yağa göre değişmekle birlikte, genel olarak yüksek sıcaklıkta ve kesikli sistemde, olejelatörün ve bitkisel yağın karıştırılmasıyla gerçekleştirilir. Yüksek sıcaklıklara çıkan bitkisel yağ içerisinde olejelatörün erimesi sağlanırken, bu aşamada doymamış yağ asitlerinin oksidasyona karşı duyarlılıklarının da göz önünde bulundurulması önemlidir (Jiménez Colmenero vd., 2015). Isıl işlem sırasında karıştırma işlemi gerçekleştirilerek mekanik etki de sağlanır. Solüsyonun belirli sıcaklık derecesine ulaştıktan sonra kısa süreli tutulması ve ardından 20°C'ye kadar soğutulup, jelin içeriğine göre 4-5°C sıcaklıkta 24 saat bekletilmesi gerekir. Böylece bitkisel yağ, olejelatörler aracılığı ile oluşturulan bağlar arasında tutularak jel haline dönüşür (Barbut vd., 2016a; 2016b).

Oleojeller şekil alabilme ve elastikiyet sağlama gibi reolojik özellikleri sayesinde doymuş yağlara benzer yapısal etki gösterir. Emülsiyon stabilitesini sağlarken, aynı zamanda emülgatörler gibi birbirine karışmayan iki farklı sıvı arasında yüzeysel aktif bağlantı sağlayarak yağ globüllerinin emülsiyondan ayrılmasını da engeller (Lupi vd., 2012b; Co ve Marangoni, 2012; Lupi vd., 2012a; Lupi vd., 2013). Jel ajanı olarak kullanılabilen jelatörler amfililik karakterlidir (Pernetti vd., 2007a). Hem hidrofilik (OH) hem de hidrofobik uca (yağ asitleri) sahip olma özellikleri ile oluşturdukları jel yapının polar kısmıyla (hidrofilik) emülsiyonun sulu fazında, apolar kısmıyla da (lipofilik) emülsiyonun yağ fazında bulunurlar. Oluşan jelin ağ yeteneğinin korunmasını; karıştırma düzeyi, soğutma hızı,

kristalleşme derecesi, dallanma oranı, porların büyüklüğü, ağın katılığı, bitkisel yağ ile ağ arasındaki ara yüzey alanının değişimi ve depolama koşulları belirler (Rogers, 2009a; Wassell vd., 2010).

### **OLEOJEL OLUŞUMUNDA KULLANILAN BİLEŞENLER**

Olejelasyon için gereken sıvı fazı bitkisel yağ oluştururken, oleojel ajanını da polimerik veya düşük molekül ağırlıklı jelatörler oluşturur (Stortz vd., 2012). Oleojel yapımında, sıvı faz olarak ayçiçek yağı, zeytinyağı, kanola yağı, susam yağı, mısır yağı ve hint yağı tercih edilebilir. Yapılan çalışmaya ve ürüne göre kullanılan bitkisel yağ türü değişmekte, bitkisel yağın seçiminde yağ asidi profili ön plana çıkmaktadır. Bu bağlamda çalışmalar, oleojel yapımında özellikle kanola yağı ve zeytinyağını işaret etmektedir. Kanola yağı, %6 gibi düşük doymuş yağ oranına sahip olmakla birlikte bileşiminde tokoferol bulundurur. Ayrıca kanola yağının bileşiminde bulunan yağ asitlerinin vücutta sindirimi esnasında omega-3 yağ asitlerine dönüşümü de bu yağı avantajlı kılmaktadır (Youssef ve Barbut, 2009; Stortz vd., 2012; Barbut vd., 2016a; 2016c). Zeytinyağı ise, %56.3-86.5 aralığında tekli doymamış yağ asidi, %3.6-21.5 aralığında çoklu doymamış yağ asidi ve %8-25 aralığında doymuş yağ asidi içeriğine sahiptir. Ayrıca fenolik bileşenler, E vitamini, tokoferoller ve karoten gibi antioksidan özellikteki bileşenlerce zengin olması, zeytinyağını oleojel yapımında ön plana çıkarmaktadır (Del Nobile vd., 2009; Utrilla vd., 2014).

Organojel/oleojel yapımında kullanılan jel ajanları; kendiliğinden oluşan düşük molekül ağırlıklı organik bileşenler, kendiliğinden oluşan polimerik bileşenler, kristal parçacıklı sistemler ve inorganik bileşenlerden oluşmaktadır (Patel ve Dewettinck, 2015). Oleojel ajanı seçilirken; gıdaya uygun olmasına, ekonomik olmasına, düşük konsantrasyonlarda etkili olmasına, yerine kullanılacağı yağın fiziksel özelliklerine benzer ve uyumlu olmasına dikkat etmek gerekir (Co ve Marangoni, 2012). Jel ajanı olarak mono, di ve triaçilgliseroller, yağ asitleri, yağ alkoller, vaksar, vaks esterleri, sorbitan monostearat, 12-Hidroksi-stearik asit, etilselüloz, sorbitan tristearat, lesitin, sterol ve orizanol kullanılır (Pernetti vd., 2007a; Lupi vd., 2012a). Jel ajanları tek başlarına farklı

konsantrasyonlarda kullanılabildikleri gibi yağ asitleri-yağ alkoller, lesitin-sorbitan tristearat, fitosterol-orizanol şeklinde birlikte ya da emülsiyon halinde kullanılabilmektedir (Zetzi vd., 2012; Patel ve Dewettinck, 2015; 2016). Bitkisel yağları jelleştirmek amacıyla %0.5-%2 aralığında düşük molekül ağırlıklı jel ajanlarının kullanımının yeterli olduğu bilinmektedir (Hughes vd., 2009; Burkhardt vd., 2016). Jel ajanları kullanılacağı sektöre göre değişiklik gösterir ve gıda araştırmalarında genellikle Çizelge 1'de özetlenen düşük molekül ağırlıklı ajanlar tercih edilmiştir (Co ve Marangoni, 2012).

### **OLEOJELLERİN EMÜLSİFİYE ET ÜRÜNLERİNDE KULLANIMI**

Organik fazların jelleştirilmesi ile oluşan jel yapı gıda dışı alanlarda (kozmetik ve ilaç endüstrisi) uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Ancak yöntemin tüketilebilir bitkisel yağlarla uygulanması yeni bir alandır (Lupi vd., 2012b; Ögütçü ve Yılmaz, 2012; Burkhardt vd., 2016; O'Sullivan vd., 2016). Son dönemde, özellikle gıda sektörü içerisinde; unlu mamullerde, çikolatada, margarinde, süt ürünlerinde ve emülsifiye et ürünlerinde kullanımına ilişkin çalışmalar üzerinde yoğunlaşmıştır (Co ve Marangoni, 2012; Ögütçü ve Yılmaz, 2012; Patel ve Dewettinck, 2016; Demirkesen, 2017). Unlu mamullerin üretiminde kullanılan yağın kandelila mumu oleojeli ile belirli oranlarda birlikte kullanılmasının, kabul edilebilir hamur özellikleri oluşturduğu dolayısıyla unlu mamullerde kullanılmasının doymuş yağ azaltmak için uygun bir yöntem olacağı belirtilmiştir (Mert ve Demirkesen, 2016). Ayçiçeği mumundan ve balmumundan elde edilen oleojelin unlu mamullerde kullanılmasına ilişkin yapılan bir diğer çalışmada ise tekstürel ve duyuşsal sonuçların olumlu bulunduğu ve oleojellerin kullanımının mümkün olduğu vurgulanmıştır (Yılmaz ve Ögütçü, 2015). Süt ürünleri içerisinde, dondurma ve peynir üretiminde doymuş yağ miktarını azaltmak amacıyla oleojel kullanımıyla ilgili çalışmalar da yapılmıştır (Zulim Botega vd., 2013; Bemer vd., 2016). Gıda sektöründe ayrıca yağ sızıntısının engellenmesi, biyoaktif ve fonksiyonel bileşenlerin mide sindiriminde kontrollü salınımına ilişkin araştırmalarda mevcuttur (Co ve Marangoni, 2012). Emülsifiye et ürünlerinde oleojellerin kullanımına ilişkin çalışmalar ise Çizelge 2'de özetlenmiştir.

## Olejeller ve Emülsifiye Et Ürünlerinde Kullanımı

Çizelge 1. Oleojel yapımında kullanılan jelatörler ve özellikleri

Jelatör	Yapısal özelliği ve kaynağı	Jel Oluşturabilme Özelliği	Kaynak
12-Hidroksi-stearik asit	Hint yağının bileşimindeki stearik asitten elde edilir.	Düşük molekül ağırlığına sahip bu jelatör, risinelaidik asit, stearik asit ve stearyl alkol gibi bileşenlerle modifiye edildiğinde oleojel yapımında kullanılabilir.	Rogers vd., 2009b Stortz vd., 2012 Burkhardt vd., 2016
Mono, di ve triağlisitler	Gliserol molekülüne ester bağı ile kovalent bağlanmış yağ asidinden oluşan gliseritlerdir.	Yaygın kullanılır. Amfifilik karakteridir.	Pieve vd., 2010 Lopez-Martinez vd., 2015
Etilselüloz	Selüloz polimerinin eterifikasyonu ile elde edilir.	Tek başına ya da sorbitan monostearat ile birlikte kullanılır. Jelleşme sağlayabilmesi için 140°C 'ye kadar bitkisel yağ ile birlikte ısıtılması gerekir.	Co ve Marangoni, 2012 Gravelle vd., 2012
Sorbitan monostearat	Sorbitan ve stearik asit esteridir.	Tek başına ya da etilselüloz ile birlikte kullanılır. Zeytinyağı, susam yağı ve kanola yağının jelleştirebilme özelliğine sahiptir.	Co ve Marangoni, 2012 Rogers, 2009b
Sorbitan tristearat	Sorbitan ve stearik asitten oluşan ester yapısındaki bileşiklerdir.	Lesitin ile birlikte kullanıldığında kristal yapı oluşturur.	Pernetti vd., 2007b
Fitosteroller	Düşük molekül ağırlıklı bitkisel sterollerdir. LDL kolesterolü düşürücü etki gösterirler.	Fitosteroller ve $\gamma$ -orizanol sırasıyla 40:60 oranında birlikte kullanıldığında kristalleşme göstererek sıkı, dayanıklı ve sert bir yapı gösteren jel oluşturabilir.	Duffy vd., 2009 Wassell vd., 2010 Co ve Marangoni, 2012
$\gamma$ -Orizanol	Pirinç kepeği yağından elde edilir. Antioksidan özellik gösterir.		
Lesitin	Glikolipitler, triglisitler ve fosfolipitlerden oluşur.	Sorbitan tristearatla kullanıldığında jel yapı oluşturur. Emülgatör olarak yaygın kullanılır. Kolay temin edilir.	Pernetti vd., 2007b Han vd., 2014

Çizelge 2. Emülsifiye et ürünlerinde oleojel kullanımına ilişkin çalışmalar

Ürün	Bitkisel yağ	Jelatör	Kaynak
Frankfurter sosis	Kanola yağı	Etilselüloz (%8, %10, %12, %14) Sorbitan monostearat (%1.5, %3)	Barbut vd., 2016a
Kahvaltılık sosis	Kanola yağı	Etilselüloz (%8, %10, %12, %14) Sorbitan monostearat (%1.5, %3)	Barbut vd., 2016b
Frankfurter sosis	Kanola yağı	Etilselüloz (%8, %10) Sorbitan monostearat (%1.5, %3)	Barbut vd., 2016c
Frankfurter sosis	Ayçiçek yağı	$\gamma$ -Orizanol:Fitosterol (30:70) $\gamma$ -Orizanol:Fitosterol (60:40)	Panagiotopoulou vd., 2016
Sosis (Venison salchichon)	Zeytin yağı	Soya proteini konsantresi	Utrilla vd., 2014
Frankfurter sosis	Soya yağı Organik keten yağı Kanola yağı	Etilselüloz	Zetzel vd., 2012

Barbut vd. (2016a) frankfurter sosis üretiminde hayvansal yağ ikame maddesi olarak kanola yağı ve etiliselüloz ya da etiliselüloz+sorbitan monostearat kullanarak hazırladıkları oleojellerin ürünün tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Hayvansal yağ yerine sadece kanola yağı kullanıldığında çok küçük yağ globüllerinin oluştuğunu, tekstürel olarak daha sert yapıda ürün elde edildiğini, ancak etiliselüloz ve sorbitan monostearat ile kanola yağına jel yapı kazandırılıp sosis üretiminde kullanıldığında tekstürel özellikler açısından hayvansal yağ kullanılarak üretilen sosise kıyasla bir fark olmadığını vurgulamıştır. Ancak, pişirme kaybı oleojel kullanılarak üretilen sosislerde yağ globül boyutlarının hayvansal yağla kıyasla biraz daha küçük olması nedeniyle azalma göstermiştir. Araştırmacılar tarafından aynı oleojel kahvaltılık sosis (Barbut vd., 2016b) üretiminde de hayvansal yağ yerine kullanılmış, oleojelin hayvansal yağla göre daha açık renkli ve şeffaf yapılı olması nedeniyle sosislerin  $L^*$  değerinde azalış tespit edilirken,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde bir değişim gözlenmemiştir. Duyusal panelde oleojel kullanılarak üretilen kahvaltılık sosisler daha az sulu ve daha az yağlı olarak değerlendirilmiştir. Araştırmacılar bir diğer çalışmalarında da kanola yağı-etiliselüloz ya da kanola yağı-etiliselüloz-sorbitan monostearat oleojelini frankfurter sosis üretiminde %20, %40, %60 ve %80 oranlarında hayvansal yağ ile ikame etmişler ve sosis bileşimindeki oleojel oranı arttıkça yağlılık hissinin hayvansal yağ ile üretilen sosise kıyasla arttığını gözlemlemişlerdir (Barbut vd., 2016c).

Panagiotopoulou vd. (2016) frankfurter sosislerde hayvansal yağın %10 oranında ayçiçeği yağı ve  $\gamma$ -orizanol+fitosterol ile hazırlanan oleojel ile ikamesinin, pH değerini değiştirmedeğini, dış yüzey renginde daha koyu ve daha kırmızı, iç yüzey renginde ise daha açık bir renk oluşumu ile sonuçlandığını ve tiyobarbitürik asit reaktif madde (TBARM) değerinin doymamış yağ asidi içeriğinin artması sebebiyle yüksek bulunduğunu belirtmişlerdir. Oleojel kullanılarak üretilen sosislerde tekstürel ölçümlerde ve duyuşal puanlarda düşüş gözlenmiştir. Bir diğer çalışmada da, Utrilla vd. (2014) sosis üretiminde zeytinyağı ve soya proteini konsantresi kullanarak hazırlanan oleojelin %15, %25, %35, %45 ve %55 oranlarında hayvansal yağ yerine kullanımının üretim prosesi

boyunca lipolizis ve lipit oksidasyonu reaksiyonlarını engellemediğini, renk, pH ve su aktivitesi değerlerini etkilemediğini, sosislerin kalite özelliklerini koruduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, oleojel ikame oranı arttıkça sosislerin tekli doymamış yağ asidi oranlarının da artış gösterdiği belirtilmiştir. Oleojel kullanılan tüm sosisler duyuşal olarak kabul edilebilir düzeydedir, ancak %15 ve %25 oranında oleojel kullanılarak üretilen sosislere daha yüksek duyuşal puanlar verilmiştir. Zetzl vd. (2012) %10 etiliselüloz ve %90 bitkisel yağ (soya yağı, keten tohumu yağı, kanola yağı) kullanarak hazırladıkları oleojellerin mekanik özelliklerini incelemişler ve yağın doymamışlık oranı arttıkça jelin sertliğinin de arttığını tespit etmişlerdir. Kullanılan yağın, etiliselülozun polimer molekül ağırlığının ve polimer konsantrasyonunun, jelin mekanik özellikleri üzerine önemli etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, kanola yağı ve etiliselüloz kullanarak hazırladıkları oleojel ile üretilen sosislerin, çignenebilirlik ve sertlik düzeylerinin hayvansal yağ ile üretilen sosis ile benzer olduğunu ifade etmişlerdir.

## SONUÇ

Günümüzde tüketicilerin düşük yağlı gıdalara olan taleplerinin giderek artması, gıdalarda yağın azaltılmasını ve kullanılan yağın doymamış yağ asitleri açısından zenginleştirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Özellikle emülsifiye et ürünlerinde, istenen yapının oluşturulabilmesi ve stabil kalabilmesi için yüksek oranda hayvansal yağ kullanılmakta ve bu ürünlerin tüketimi kalp damar hastalıkları ve obezite gibi önemli sağlık problemlerine neden olmaktadır.

Son araştırmalarda doymuş yağların yerine alternatif olarak kullanılacak, emülsifiye ürün üretimine uygun stratejiler üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu stratejilerden biri de oleojelasyon tekniği olup, araştırmalarda oleojellerin emülsifiye et ürünlerinde etkili bir şekilde kullanılabilmesi ve böylece doymuş yağ asidi ve kolesterol oranı düşük, doymamış yağ asitlerince zengin, besinsel kalitesi yüksek ve sağlıklı ürünler elde edilebileceği vurgulanmıştır. Aynı zamanda çalışmalarda, emülsifiye et ürünlerinin tekstürü, reolojik ve duyuşal özellikleri değerlendirilmiş, çoğunlukla olumlu sonuçların alındığı belirtilmiştir. Özetle, oleojelasyon tekniği, kalite ve teknolojik özellikleri

yitirmeden emülsifiye et ürünlerinde doymuş yağ oranının azaltılması amacıyla kullanılabilir yeni, başarılı ve etkili bir yöntem olarak görülmektedir. Ancak, yöntemin ticari olarak uygulanabilirliğini sağlamak için ürüne en uygun bitkisel yağ-oleojelatör kombinasyonunun belirlenmesi, bu hedef doğrultusunda farklı kombinasyonlar ve konsantrasyonlar üzerinde daha fazla araştırma yapılması ve ürünün teknolojik, mikrobiyolojik, fizikokimyasal, reolojik, tekstürel ve duyu kalite özelliklerinin hem üretim hem de depolama aşamalarında detaylıca incelenmesi gerekmektedir.

### KAYNAKLAR

- Barbut, S., Wood, J., Marangoni, A.G. (2016a). Potential use of organogels to replace animal fat in comminuted meat products. *Meat Sci*, 122: 155-162.
- Barbut, S., Wood, J., Marangoni, A.G. (2016b). Quality effects of using organogels in breakfast sausage. *Meat Sci*, 122: 84-89.
- Barbut, S., Wood, J., Marangoni, A.G. (2016c). Effects of organogel hardness and formulation on acceptance of frankfurters. *J Food Sci*, 81(9): 2183-2188.
- Bemer, H.L., Limbaugh, M., Cramer, E.D., Harper, W.J., Maleky, F. (2016). Vegetable organogels incorporation in cream cheese products. *Food Res Int*, 85: 67-75.
- Berasategi, I., Garcia-Iniguez de Ciriano, M., Navarro-Blasco, I., Calvo, M.I., Caverro, R.Y., Astiasaran, I., Ansorena, D. (2014). Reduced-fat Bologna sausages with improved lipid fraction. *J Sci Food Agric*, 94: 744-751.
- Bloukas, J.G., Paneras, E.D., Fournitzis, G.C. (1997). Effect of replacing pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Sci*, 45(2): 133-144.
- Burkhardt, M., Laurence, N., Gradzielski, M. (2016). Organogels based on 12 – hydroxy stearic acid as leitmotif: Dependence of gelation on chemical modifications. *J Col Int Sci*, 466: 369-376.
- Candoğan, K., Kolsarıcı, N. (2003). The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters. *Meat Sci*, 64: 199-206.
- Chung, C., Degner, B., McClements, D.J. (2013). Designing reduced-fat food emulsions: Locust bean gum- fat droplet interactions. *Food Hydrocoll*, 32: 263-270.
- Co, E.D., Marangoni, A.G. (2012). Organogels: An alternative edible oil-structuring method. *J Am Oil Chem Soc*, 89: 749-780.
- Del Nobile, M.A., Conte, A., Incoronato, A.L., Panza, O., Sevi, A., Marino, R. (2009). New strategies for reducing the pork back-fat content in typical Italian salami. *Meat Sci*, 81: 263-269.
- Demirkesen, İ. (2017). Rheological and textural characteristics of oleogels formed by different waxes. *Gıda*, 42(1): 50-57.
- Duffy, N., Blonk, H.C.G., Beindorff, C.M., Cazade, M., Bot, A., Duchateau, G.S.M.J.E. (2009). Organogel- based emulsion systems, microstructural features and impact on in vitro design. *J Am Oil Chem Soc*, 86: 733-741.
- Grasso, S., Brunton, N.P., Lyng, J.G., Lalor, F., Monahan F.J. (2014). Healthy processed meat products-Regulatory, reformulation and consumer challenges. *Trends Food Sci Technol*, 39: 4-17.
- Gravelle, A.J., Barbut, S., Marangoni, A.G. (2012). Ethylcellulose oleogels: Manufacturing considerations and effects of oil oxidation. *Food Res Int*, 48: 578-583.
- Han, L., Lin, L., Bing, L., Zhao, L., Liu, G., Liu, X., Wang, X. (2014). Structure and physical properties of organogels developed by sitosterol and lecithin with sunflower oil. *J Am Oil Chem Soc*, 91: 1783-1792.
- Herrero, A.M., Carmona, P., Jimenez-Colmenero, F., Ruiz-Capillas, C. (2014). Polysaccharide gels as oil bulking agents: Technological and structural properties. *Food Hydrocoll*, 36: 374-381.
- Herrero, A.M., Carmona, P., Pintado, T., Jimenez-Colmenero, F., Ruiz-Capillas, C. (2012). Lipid and protein structure analysis of frankfurters formulated with olive oil-in-water emulsion as animal fat replacer. *Food Chem*, 135: 133-139.
- Hughes, N.E., Marangoni, A.G., Wright, A.J., Rogers, M.A., Rush, J.W.E. (2009). Potential food applications of edible oil organogels. *Trends Food Sci Technol*, 20: 470-480.
- Jiménez Colmenero, F. (2000). Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. *Trends Food Sci Tech*, 11: 56-66.

- Jiménez Colmenero, F., Sandoval, L.S., Bou, R., Cofrades, S., Herrero, A.M., Ruiz-Capillas, C. (2015). Novel applications of oil structuring methods as a strategy to improve the fat content of meat products. *Trends Food Sci Technol*, 44: 177-188.
- Lopez-Martinez, A., Charó-Alonso, M.A., Marangoni, A.G., Toro-Vazquez, J.F. (2015). Monoglyceride organogels developed in vegetable oil with and without ethylcellulose. *Food Res Int*, 72: 37-46.
- Lupi, F.R., Gabriele, D., Facciolo, D., Baldino, N., Seta, L., Cindio, B. (2012a). Effect of organogelator and fat source on rheological properties of olive oil-based organogels. *Food Res Int*, 46: 177-184.
- Lupi, F.R., Gabriele, D., Cindio, B. (2012b). Effect of shear rate on crystallisation phenomena in olive oil based organogels. *Food Bioprocess Technol*, 11(2): 5(7): 2880-2888.
- Lupi, F.R., Gabriele, D., Greco, V., Baldino, N., Seta, L., Cindio, B. (2013). A rheological characterisation of an olive oil/fatty alcohols organogel. *Food Res Int*, 51: 510-517.
- Mert, B., Demirkesen, I. (2016). Reducing saturated fat with oleogel/shortening blends in a baked product. *Food Chem*, 199: 809-816.
- Moschakis, T., Panagiotopoulou, E., Katsanidis, E. (2016). Sunflower oil organogels and organogel-in-water emulsions (part I) : Microstructure and mechanical properties. *LWT-Food Sci Technol*, 73: 153-161.
- Olmedilla-Alonso, B., Jimenez-Colmenero, F., Sanchez-Muniz, F.J. (2013). Development and assessment of healthy properties of meat meat products designed as functional foods. *Meat Sci*, 95: 919-930.
- O'Sullivan, C.M., Barbut, S., Marangoni, A.G. (2016). Edible oleogels for the oral delivery of lipid soluble molecules: Composition and structural design considerations. *Trends Food Sci Technol*, 57: 59-73.
- Öğütçü, M., Yılmaz, E. (2012). Margarinlere Alternatif Olabilecek Yeni Bir Ürün: Oleojeller-I. *Dünya Gıda*, 01: 68-73.
- Panagiotopoulou, E., Moschakis, T., Katsanidis, E. (2016). Sunflower oil organogels and organogel-in-water emulsions (part II) : Implementation in frankfurter sausages. *LWT-Food Sci Technol*, 73: 351-356.
- Paneras, E.D., Bloukas, J.G. (1994). Vegetable oils replace pork backfat for low-fat frankfurters. *J Food Sci*, 59(4): 725-728.
- Patel, A.R., Dewettinck, K. (2016). Edible oil structuring: An overview and recent updates. *Food Funct*, 7: 20-29.
- Patel, A.R., Dewettinck, K. (2015). Comparative evaluation of structured oil systems: Shellac oleogel, HPMC oleogel, and HIPE gel. *Euro J Lipid Sci Technol*, 117(11): 1772-1781.
- Patel, A.R., Cludts, N., Sintang, M.D.B., Lesaffer, A., Dewettinck, K. (2014). Edible oleogels based on water soluble food polymers: preparation, characterization and potential application. *Food Funct*, 5(11): 2833-2841.
- Pernetti, M., Malssen, K., Kalnin, D., Flöter, E., Bot A. (2007a). Structuring of edible oils by alternatives to crystalline fat. *Curr Opin Coll Int Sci*, 12: 221-231.
- Pernetti, M., Malssen, K., Kalnin, D., Flöter, E. (2007b). Structuring edible oil with lecithin and sorbitan tri-stearate. *Food Hydrocoll*, 21: 855-861.
- Pieve, S., Calligaris, S., Co, E., Nicoli, M.C., Marangoni, A.G. (2010). Shear Nanostructuring of monoglyceride organogels. *Food Biophys*, 5: 211-217.
- Poyato, C., Astiasaran, I., Barriuso, B., Ansorena, D. (2015). A new polyunsaturated gelled emulsion as replacer of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid composition, oxidative stability and sensory acceptability. *LWT-Food Sci Technol*, 62: 1069-1075.
- Poyato, C., Ansorena, D., Berasategi, I., Navarro-Blasco, I., Astiasaran, I. (2014). Optimization of a gelled emulsion intended to supply  $\omega$ -3 fatty acids into meat products by means of response surface methodology. *Meat Sci*, 98: 615-621.
- Rogers, M.A., Wright, A.J., Marangoni, A.G. (2009a). Nanostructuring fiber morphology and solvent inclusions in 12-hydroxystearic acid / canola oil organogels. *Curr Opin Coll Int Sci*, 14: 33-42.
- Rogers, M.A. (2009b). Novel structuring strategies for unsaturated fats – Meeting the zero-trans, zero-saturated fat challenge: A review. *Food Res Int*, 42: 747-753.
- Shapiro, Y.E. (2011). Structure and dynamics of hydrogels and organogels: An NMR spectroscopy approach. *Prog Polym Sci*, 36: 1184-1253.



- Stortz, T., Zetzl, A., Barbut, S., Cattaruzza, A., Marangoni, A.G. (2012). Edible oleogels in food products to help maximize health benefits and improve nutritional profiles. *Lipid Technol*, 24(7): 151-154.
- Toro-Vazquez, J.F., Mauricio-Perez, R., Gonzalez-Chavez, M.M., Sanchez-Becerril, M., Ornelas-Paz, J.J., Perez-Martinez, J.D. (2013). Physical properties of organogels and water in oil emulsions structured by mixtures of candelilla wax and monoglycerides. *Food Res Int*, 54: 1360-1368.
- Triki, M., Herrero, A.M., Rodriguez-Salas, L., Jimenez-Colmenero, F., Ruiz-Capillas, C. (2013). Chilled storage characteristics of low-fat, n-3 PUFA – enriched dry fermented sausage reformulated with a healthy oil combination stabilized in a konjac matrix. *Food Control*, 31(1): 158-165.
- Utrilla, M.C., Ruiz, A.G., Soriano, A. (2014). Effect of partial replacement of pork meat with an olive oil organogel on the physicochemical and sensory quality of dry-ripened. *Meat Sci*, 97: 575-582.
- Wassell, P., Bonwick, G., Smith, C.J., Almiron-Roig, E., Young, N.W.G. (2010). Towards a multidisciplinary approach to structuring in reduced saturated fat-based systems- a review. *Int J Food Sci Technol*, 45: 642-655.
- Yılmaz, E., Ögütçü, M. (2015). The texture, sensory properties and stability of cookies prepared with wax oleogels. *Food Funct*, 6(4): 1194-1204.
- Youssef, M.K., Barbut, S. (2011). Fat reduction in comminuted meat products-effects of beef fat, regular and pre-emulsified canola oil. *Meat Sci*, 87: 356-360.
- Youssef, M.K., Barbut, S. (2009). Effects of protein level and fat/oil on emulsion stability, texture, microstructure and color of meat batters. *Meat Sci*, 82: 228-233.
- Zetzl, A.K., Gravelle, A.J., Kurylowicz, M., Dutcher, J., Barbut, S., Marangoni, A.G. (2014). Microstructure of ethylcellulose oleogels and its relationship to mechanical properties. *Food Struct*, 2(1): 27-40.
- Zetzl, A.K., Marangoni, A.G., Barbut, S. (2012). Mechanical properties of ethylcellulose oleogels and their potential for saturated fat reduction in frankfurters. *Food Funct*, 3: 327-337.
- Zulim Botega, D.C., Marangoni, A.G., Smith, A.K., Goff, H.D. (2013). The potential application of rice bran wax oleogel to replace solid fat and enhance unsaturated fat content in ice cream. *J Food Sci*, 78(9): 1334-1339.