

ARAŞTIRMA / RESEARCH

“Lokma” Kızartma İşlemi Sırasında Palm Olein ve Ayçiçeği Yağının Kızartma Performansının Karşılaştırılması*Comparison of Frying Performance of Palm Olein and Sunflower Oil During “Lokma” Frying*Deniz ÇATAR ¹, Dilek ONGAN ¹, Ebru KARACAN ², Fahri YEMİŞÇİOĞLU ²¹İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü²Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Geliş tarihi/Received: 21.01.2021

Kabul tarihi/Accepted: 08.05.2021

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

Dilek ONGAN, Dr. Öğr. Üyesi

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Çiğli Ana Yerleşke Merkezi Ofisler:1 Kat:2 Çiğli/İZMİR

E-posta: dilek.ongan@ikc.edu.tr

ORCID: 0000-0001-8948-9057

Deniz ÇATAR, Dyt.

ORCID: 0000-0002-3857-7150

Ebru KARACAN, Gıda Müh.-YL Öğr.

ORCID: 0000-0001-7144-8820

Fahri YEMİŞÇİOĞLU, Dr. Öğr. Üyesi

ORCID: 0000-0003-3957-9921

Bu çalışma, 21-23 Ekim 2020 tarihinde düzenlenen “Türkiye 13. Gıda Kongresi”nde çevrimiçi sözel bildiri olarak sunulmuştur.

Bu araştırma “İzmir’in Kültürel Mirası Lokma: Çok Seviyoruz ama Sağlıklı mı?” adıyla 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı 2019/2 kapsamında Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmiştir.

Öz

Amaç: İzmir halkının sıklıkla tükettiği lokma tatlısında ve kızartıldığı yağda görülen fiziko-kimyasal değişiklikler sonucu oluşan bileşiklerin miktarının sağlık üzerine olası etkisi hakkında bilgi sahibi olmak halk sağlığı açısından önemlidir. Bu araştırma, İzmir ilinde “lokma” tatlısı yapan bir pastaneden alınan lokma hamurunun, ayçiçeği yağı ve palm olein yağında 8 parti halinde kızartılarak yağların kızartma performanslarının izlenmesi amacıyla yürütülmüştür.**Gereç ve Yöntem:** Kızartma performansları açısından yağların serbest yağ asidi (SYA), toplam polar madde (%TPM) miktarı, toplam oksidasyon değeri (TOTOX), peroksit değeri (PD) ve p-anisidin değeri (p-AV) literatüre uygun yöntemlerle belirlenmiş, son kızartılmış lokmanın yağ çekme oranı ölçülmüştür. Tüm ölçümler iki kez gerçekleştirilmiş, elde edilen değerlerin ortalaması verilmiştir.**Bulgular:** Ayçiçeği yağında kızartılan son lokmanın yağ çekme miktarı (%8,3), palm oleinde kızartılan lokmadakine (%6,5) göre yüksektir. Lokma kızartılan ayçiçeği yağının p-AV: 180 iken, palm oleinin p-AV: 102 olup, her iki yağın %TPM değerleri (ayçiçeği yağında: %18, palm oleinde: %12,5) kızartma yağları için önerilen yasal sınırın altında bulunmuştur. Palm olein yağının %TPM'deki artış hızı ve SYA miktarının artış ivmesi ayçiçeği yağına göre daha düşüktür.**Sonuç:** Sonuçlar palm olein yağının, derin yağda lokma kızartma işleminde, ayçiçeği yağına göre oksidatif olarak daha dayanıklı olduğunu göstermiştir.**Anahtar Kelimeler:** Lokma, ayçiçeği yağı, palm olein yağı, toplam polar madde miktarı, peroksit değeri.

Abstract

Objective: To have information about the possible health impact by knowing the number of compounds that may occur due to the physico-chemical changes seen in the “lokma” dessert and fried oil is important in terms of public health. This research was conducted in order to compare the frying performances of sunflower oil and palm olein oil in which the lokma dough was fried in 8 batches taken from a patisserie that makes “lokma” in İzmir.**Material and Method:** Frying performances were determined by the amounts of free fatty acid (FFA), total polar compounds (TPC%), total oxidation value (TOTOX), peroxide value (PV), and p-anisidine values (p-AV) methods in accordance with the literature, and the oil absorption rate of the last fried “lokma” was also measured. All measurements were carried out twice, and the mean of the obtained values was given.**Results:** Fat absorption rate of the last lokma from sunflower oil (8,3%) was higher than palm olein (6,5%). p-AV of sunflower oil was 180, and p-AV of palm olein was 102. The last TPC values of both oils (sunflower oil: 18%, palm olein: 12.5%) were found below the recommended legal limit for frying oils. The increased rate of TPC% and the acceleration of FFA amount of palm olein oil were lower than sunflower oil.**Conclusion:** The results showed that palm olein oil was more oxidatively stable in deep lokma frying than sunflower oil.**Keywords:** Lokma, sunflower oil, palm olein, the total amount of polar compounds, peroxide value.

1. Giriş

Geniş bir coğrafyada farklı tarif ve isimlerle bilinen lokma tatlısı özellikle İzmir'de oldukça benimsenmiş ve sahiplenilmiştir. İzmir'de dini ve kültürel açıdan büyük öneme sahip olan lokma, nesiller boyu vazgeçilmez bir değer ve kültürel bir miras haline gelmiştir. 13.08.2016 tarihli ve 29800 sayılı Resmi Gazete'de Türk Patent Enstitüsü tarafından coğrafi işaretle koruma altına alınan "Lokma" 21.03.2017 tarihinde tescil edilmiştir (1). İzmir Lokması; buğday unu, su, tuz, maya ve toz şeker ile tekniğine uygun olarak hazırlanan hamurun fermantasyonundan sonra şekil verilip kızgın bitkisel rafine yağda kızartılarak şerbetle bekletilmesi ile elde edilen bir üründür. İzmir Lokması olarak bilinen tatlı, ortası delikli yuvarlak şekilde olup, bu şekliyle Türkiye'nin farklı şehirlerinde üretilen lokma ürününden ayrılmaktadır. Lokma, homojen bir hamur elde edilene kadar 10–12 dakika yoğrulur ve 28–32°C sıcaklıkta, 1–1,5 saat fermantasyona bırakılır. Fermantasyon sonunda hamurlara yuvarlak, ortası delikli şekil verilmektedir. Geleneksel lokma üretimi için yağda kızartma işlemi; lokmanın 160–180°C sıcaklıktaki rafine ayçiçeği yağının içine atılması ve hamurun tamamen kızartma yağıyla çevrilmesiyle gerçekleştirilmektedir. Şerbeti oluşturan bileşenler su, şeker ve limon suyudur (1).

Kızartma, besin üretiminde evrensel ve klasik pişirme tekniklerinden biri olarak kabul edilir (2). Kızartma işlemi yiyeceğin kısa sürede istenilen doku, renk ve lezzet özelliklerini kazanması amacıyla ısı transfer ortamı olarak 150°C'yi aşan sıcaklıklardaki yağın kullanılarak uygulandığı ısı ve kütle transferidir (3). Kızartma sırasında ısı transferinin etkinliği, fırınlamaya göre pişirme süresini hızlandırır. Ancak kızartma işleminde ürünün yağ emiliminin fazla olmaması ve besinin tekstür özelliklerinin uygun olması için ısı transfer ortamı olan yağın sıcaklığının 150°C'yi aşması gerekmektedir (2). Bu sıcaklıkların uygulanması sonucu yağda oksidasyon, polimerizasyon ve hidroliz gibi tepkimeler gerçekleşmektedir (4,5). Yapılan incelemeler derin yağda kızartmayla oluşan hidroliz, oksidasyon ve polimerizasyon sonucunda yağ moleküllerinin bölünmesi veya değişmesi ile serbest yağ asidi, trans yağ asitleri gibi sağlığa zararlı maddelerin oluştuğunu göstermektedir (6-8). Trigliseritlerin hidrolizi sonucunda serbest yağ asitleri, gliserol, mono ve digliseritler, hidroperoksit ve konjuge dienoik asitler oluşurken oksidasyon sonucunda okside monomerik, dimerik ve polimerik trigliseritler, aldehitler ve ketonlar, polimerizasyon sonucunda da halkalı yapıda dimerik ve oligomerik trigliseritler oluşmaktadır (5). Kızartma işleminde oluşan zararlı bileşikler arasında 3-monokloropropanediol esterleri ve trans yağ asitleri oluşumu da gözlenmektedir (8-10). Serbest yağ asitleri (SYA), yağın yapısında trigliserit yapıya bağlı olmayıp serbest halde bulunan yağ asitleridir. SYA oksidasyona yağın diğer bileşenlerine göre daha yatkındır ve sebep olduğu oksidasyon ile hem üründe (kızartma ile gerçekleşen hidrolitik ransidite sonucu oluşan bütirik, heksanoik, oktanoik, dekanolik asit gibi kısa zincirli SYA tatta acılaşmaya neden olurken oksidasyonu tetikler) ve hem de sağlık üzerine bazı olumsuz etkileri bulunmaktadır (7,11,12). Doğal yağlarda ısı veya oksijenle oluşan bileşikler oksidasyona karşı dayanıksız ve genellikle sağlığa zararlı etkileri olan maddelerdir (13). Konuya özellikle beslenme-sağlık etkileşimi bakış açısıyla yaklaşıldığında; yağda kızartılmış ürünlerin fazla miktarda ve sık tüketilmesi ile dolaşımdaki SYA'nin düzeyi artmakta ve bunun sonucunda da komplikasyonlar oluşmaktadır. Dolaşımdaki SYA düzeyindeki artış insülin reseptör substratlarının fosforilasyonunda ve

yapısında bozukluklara ve glukoz transportunda defektlere neden olmaktadır. Bunun sonucunda insülin aracılı glukoz kullanımı azalır ve glikoneogenezle endojen glukoz üretimi artar. Artmış plazma SYA düzeyi; artmış hipertansiyon, insülin direnci, diyabet, metabolik sendrom, dislipidemi, koagülasyon bozuklukları ve aterosklerotik vasküler hastalık riskleri ile ilişkilendirilmektedir (12). Kızartma işleminde en önemli bozulma reaksiyonlarından olan oksidasyona karşı; fraksiyonunda düşük oranda linoleik asit, linolenik asit ve yüksek oranda oleik asit bulunduran yağların daha stabil olduğu bilinmektedir (5,14). Yapısında %42,5 oleik asit, %11,2 linoleik asit, %0,4 linolenik asit bulundurduğu bilinen palm olein yağı, baskın yağ asidi linoleik asit olduğu bilinen ayçiçeği yağına göre oksidasyona karşı daha stabil olmakla birlikte palm olein yağıyla kızartma sonucu üründe yağ emilimi daha azdır (15-17).

Bu araştırma derin yağda kızartma yöntemiyle yapılan İzmir Lokmasının kızartma süreçlerinde lokmada ve kızartıldığı ayçiçeği yağında gerçekleşen değişiklikleri saptamak ve palm olein yağı ile karşılaştırmak amacıyla yürütülmüştür.

2. Gereç ve Yöntem

2.1. Gereç

İzmir'de ticari lokma üretimi yapan bir pastaneden lokma hamuru alınmış; yağ olarak piyasadan temin edilen rafine ayçiçeği yağı ve rafine palm olein yağı kullanılmıştır. İki denemede de yağ türlerinden 20'şer litre kullanılarak, bir seferde 2 kg hamur kızartılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Araştırmanın Etik Yönü

Araştırma, niteliği bakımından etik izin gerektirmemektedir.

2.2.2. Kızartma İşlemi

Kızartma işlemleri, sıcaklık 190–200°C'de sabit kalacak şekilde sürdürülmüştür. Kızartma sıcaklığı, her iki yağda da polar madde ölçüm cihazının, sıcaklığı ölçme özelliğinden yararlanılarak ölçülmüştür (Testo 265 Cooking Oil Tester, USA). Kızartma işlemleri arasında 5 dakika bekleme süresi verilerek 8 parti kızartma yapılmış, her kızartma işleminin sonunda 10 ml yağ analiz örneği alınmıştır. Alınan yağ örneğini ve lokma ile emilen yağı telafi etmek için her parti öncesi yağ hacmini sabit tutacak şekilde taze yağ ilavesi yapılmıştır. Bir kızartma işlemi için 12 dakika süre verilmiştir ve her iki yağ türünde de eşit sürede ısı işlem uygulanmıştır, toplamda yağın ısı işleme maruz kalma süresi 131 dakika olarak hesaplanmıştır.

2.2.3. Analiz Yöntemleri

Kızartma yağlarında analiz edilen ölçütler; p-anisidin değeri (p-AV), SYA, Toplam Polar Madde (%TPM) miktarı, Peroksit Değeri (PD), Toplam Oksidasyon Değeri (TOTOX), kızartılan son lokmadaki yağ miktarıdır. p-AV sadece kızartma öncesinde ve sonunda, SYA, TPM, PD başlangıç ve her parti kızartmanın sonunda ölçülmüştür. Örnekler, FELDA IFFCO Yağ Analizleri Laboratuvarı'nda araştırmacılar tarafından analiz edilmiştir. Son kızartma işlemi sonucunda yağlar kaba filtre kağıdından süzülerek +4°C'de depolanmıştır. Kızartma denemeleri iki paralel olacak şekilde analiz edilmiştir.

2.2.3.1. SYA: Yağlarda miktarca baskın bileşen olan trigliseritler kızartma sırasında hidrolize uğrayıp, yapısındaki yağ asitleri trigliserit bünyesinden ayrılarak SYA'ni arttırır ve ortamda monogliseritler, digliseritler ve gliserol oluşur (4,7). SYA ölçümü American Oil Chemists' Society (AOCS) Official Method Ca 5a-40'a göre yapılmış ve sonuçlar oleik asit cinsinden % serbest asitlik olarak verilmiştir (18).

2.2.3.2. TPM: Kullanılan kızartma yağlarında oksidatif bozulma ürünlerinin varlığının belirlenmesinde bir indikatör olarak kullanılmaktadır. Dielektrik sabiti prensibiyle çalışan polar madde ölçüm cihazı (Testo 265 Cooking Oil Tester, USA) ile yağın polar madde oranı belirlenmiş ve polar madde oranı için yasal üst limit olan %25 oranı sınır değer olarak kabul edilmiştir (19). Lokma kızartma işlemine başlamadan önce ve kızartma işlemi bittikten sonra hazneden lokmalar alındıktan sonra polar madde ölçüm cihazı yağın içine daldırılmış ve cihazın ölçtüğü değer sabitlenene kadar beklenerek dijital ekranda görünen son değer kaydedilmiştir.

2.2.3.3. PD: Bir kg yağda bulunan peroksit oksijeninin miliekivalan gram olarak miktarına işaret eder ve artışı yağda oksidasyon varlığının bir göstergesi olarak düşünülür (2). Potasyum iyodürün yağda peroksit oksijeni ile okside olarak iyodürün serbest hale geçmesi ve bu serbest iyodürün tiyosülfat ile titre edilerek miktarının bulunması sonucu elde edilmiştir. Sıvı yağda 232 ve 270 nm'de özgül soğurma analizleri AOCS Metot Ch 5-91'e göre, PD analizleri ise AOCS Metot Cd 8-53'e göre yapılmıştır (7).

2.2.3.4. p-AV: Yağdaki aldehit konsantrasyonuna işaret etmektedir. Oksidasyonun ikinci ürünlerinden olan aldehitlerin p-anisidin reaktifi ile tepkimeye girerek oluşturduğu renkli çözeltinin spektrometrede 350 nm dalga boyunda okunarak konsantrasyonunun belirlenmesi ile saptanmıştır (18,20).

2.2.3.5. TOTOX, PD ve p-AV'nin birlikte değerlendirilmesiyle oluşmakta ve oksidasyon düzeyleri hakkında daha doğru

bilgi vermektedir (21). TOTOX: Aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (18,21).

$$\text{Totoks Değeri} = (2 \text{ PD} + \text{p-AV})$$

2.2.3.6. Kızartılan Son Lokmadaki Yağ Miktarı: Lokmaların yağ çekme oranını belirlemek amacıyla her iki yağda da son kızartılan lokmadan örnek alınarak soxhlet ile yağ miktarı analiz edilmiştir (7).

2.2.4. Verilerin İstatistiksel Değerlendirmesi

Verilerin istatistiksel analizi SPSS 20 paket programı ile yapılmıştır. Elde edilen veriler sayı (S) ve yüzde (%) olarak değerlendirilmiştir. Tüm ölçümler iki kez gerçekleştirilmiş, elde edilen değerlerin ortalaması verilmiştir. İki yağ çeşidinden birer örnek incelendiği için varyasyon bulunmayan bu yağ türlerinde p değeri verilmeden kızartma sürecindeki değişimler izlenmiştir. Hem doğrusal hem de doğrusal olmayan regresyon için, belirleme katsayısı (R2), verilere uyan ampirik modellerin uyum iyiliğini değerlendirmek için en sık kullanılan yöntemdir (22). Dolayısıyla grafiklerin oluşturulmasında Excel programı kullanılmış ve oluşturulan grafiklerin regresyon denkleminde göreceli etkinliğini belirlemede kullanılan belirleme katsayısına (R2) göre yorum yapılmıştır.

3. Bulgular

Her iki yağda da SYA, %TPM, PD, p-AV ve TOTOX değerleri artmıştır (Tablo 1). Ayçiçeği yağında kızartılan son lokmanın yağ çekme miktarı (%8,3), palm oleinde kızartılana göre (%6,5); lokma kızartılan ayçiçeği yağının p-AV (180), palm oleine (102) göre; ayçiçeği yağının son TPM miktarı (%18), palm oleine (%12,5) göre daha yüksek bulunmuştur. Ayçiçeği yağı için başlangıç TOTOX değeri 16,4, palm olein yağı için 11,0 iken, son parti bittiğinde yağdan alınan örneklerin TOTOX değerleri; ayçiçeği yağı için 328 ve palm olein yağı için 102 olarak kaydedilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Ayçiçek Yağı ve Palm Olein Yağının Kızartma Performansı için Analiz Sonuçları

Deneme Sayıları	AYÇİÇEĞİ YAĞI					PALM OLEİN YAĞI						
	SYA (oleik) %	TPM (%)	PD (meqgr O2 / kg yağ)	p-anisidin değeri (AV)	Kızartılan son lokmadaki yağ miktarı (%)	TOTOX değeri	SYA (oleik) %	TPM (%)	PD (meqgr O2 / kg yağ)	p-anisidin değeri (AV)	Kızartılan son lokmadaki yağ miktarı (%)	TOTOX değeri
Başlangıç	0.00001	10.0	3.2	10		16.4	0.00001	10	1.5	8.0		11.0
1. deneme	0.15	11.5	14.0				0.12	10	2.4			
2. deneme	0.18	12.5	12.0				0.14	10.5	2.8			
3. deneme	0.20	14.0	25.0				0.18	10.5	3.5			
4. deneme	0.25	14.5	32.0				0.16	10.5	5.2			
5. deneme	0.29	16.0	29.0				0.19	11.5	6.5			
6. deneme	0.37	17.0	36.0				0.24	12.0	12.4			
7. deneme	0.41	17.5	62.0				0.30	12.0	12.8			
8. deneme	0.53	18.0	74.0	180	8.3	328	0.34	12.5	14.0	74	6.5	102

3.1. Kızartma İşleminin SYA, TPM, PD Üzerine Etkisi

Grafik 1'de; palm olein yağının SYA artışının, ayçiçeği yağına göre daha az olduğu saptanmıştır. Grafik 2'de görülen TPM grafiğinde palm olein yağının TPM artış ivmesinin, ayçiçeği yağına göre daha az olduğu tespit edilmiştir. Palm olein yağının PD, ayçiçeği yağına göre daha düşük bulunmuş olup, PD ve p-AV testi birlikte değerlendirildiğinde; palm olein yağının, ayçiçeği yağına göre oksidasyona karşı daha stabil olduğu saptanmıştır (Grafik 3).

3.2. Kızartma İşleminin p-AV ve TOTOX Değerine Etkisi

Kızartma başlangıcında p-AV ayçiçeği yağı için 10, palm olein yağı için 8'dir. Son parti bittiğinde yağdan alınan örneklerin p-AV ayçiçeği yağı için 180, palm olein yağı için 74 bulunmuştur. p-AV yüksek olan ayçiçeği yağının palm olein yağına göre, oksidasyona karşı stabilitesi daha düşük bulunmuştur. Ayçiçeği yağı için TOTOX değeri başlangıçta 16,4 iken, son parti bittiğinde 328'dir. Palm olein yağı için TOTOX değerleri başlangıçta 11 iken, son parti bittiğinde 102 olarak kaydedilmiştir (Tablo 1).

Son üründe yağ emilimi ayçiçeği yağı ile kızartılan lokmada %8,3, palm olein yağı ile kızartılan lokmada %6,5 olarak belirlenmiştir (Tablo 1).

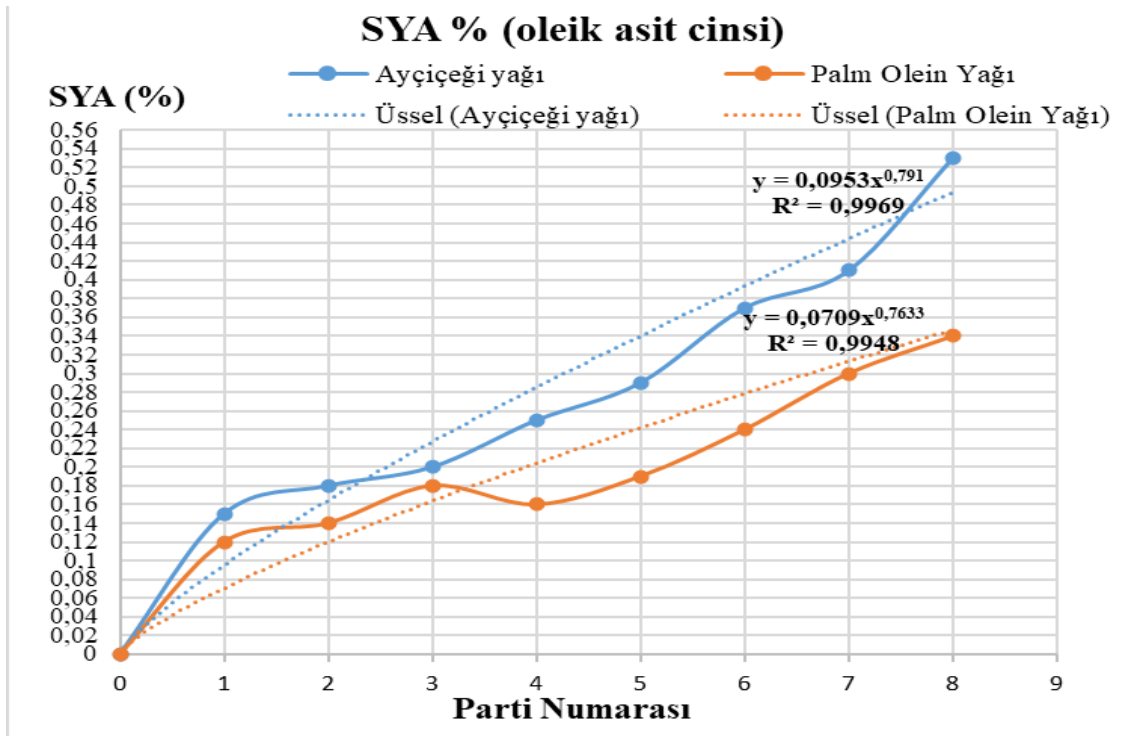
4. Tartışma

İzmir Lokması üretiminde kızartma sonucunda oksidasyon ve yağ emilimi süreçlerinde rafine ayçiçeği ve palm olein yağlarının etkisinin karşılaştırıldığı bu çalışmada; her iki yağda da SYA, p-AV, TPM, PD ve TOTOX değerleri artmıştır. Hidroliz reaksiyonunun etkisiyle SYA kızartma işlemleri boyunca artış göstermiştir; palm olein yağının SYA artışının daha az olduğu ve bu nedenle de ayçiçeği yağına göre daha

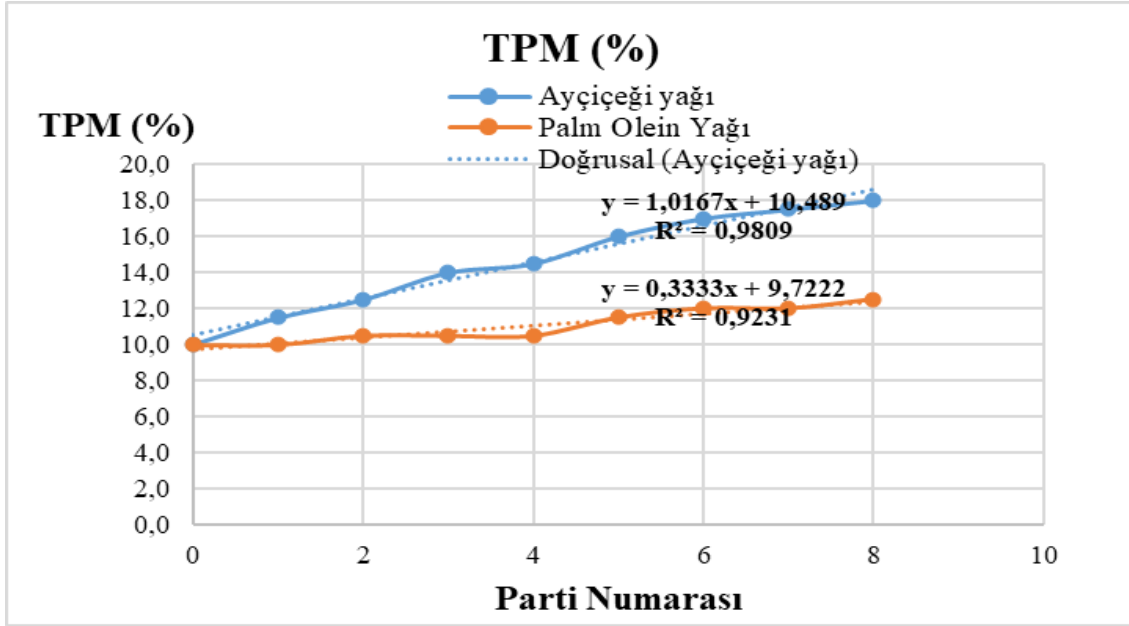
oksidatif stabil olduğu saptanmıştır. Kızartma yağlarında oksidatif bozulma ürünlerinin varlığının göstergelerinden olan TPM her iki yağda da kızartma süresi boyunca artmış, ancak 8. kızartmadan sonra bile, her iki yağda da yasal limit olan %25 değerine ulaşmamıştır. p-AV kızartma süresince eksilen yağ miktarını telafi etmek amacıyla ilave edilen taze yağ rağmen, her iki yağda da artış göstermiştir. Ancak son parti bitiminde ayçiçeği yağından alınan örneklerin p-AV; palm olein yağında saptanan p-AV'nin iki katından fazla bulunmuştur (Tablo 1). Dolayısıyla son p-AV yüksek olan ayçiçeği yağının, oksidasyona karşı stabilitesinin, palm olein yağına göre daha düşük olduğu görülmüştür.

4.1. Kızartma İşleminin SYA Üzerine Etkisi

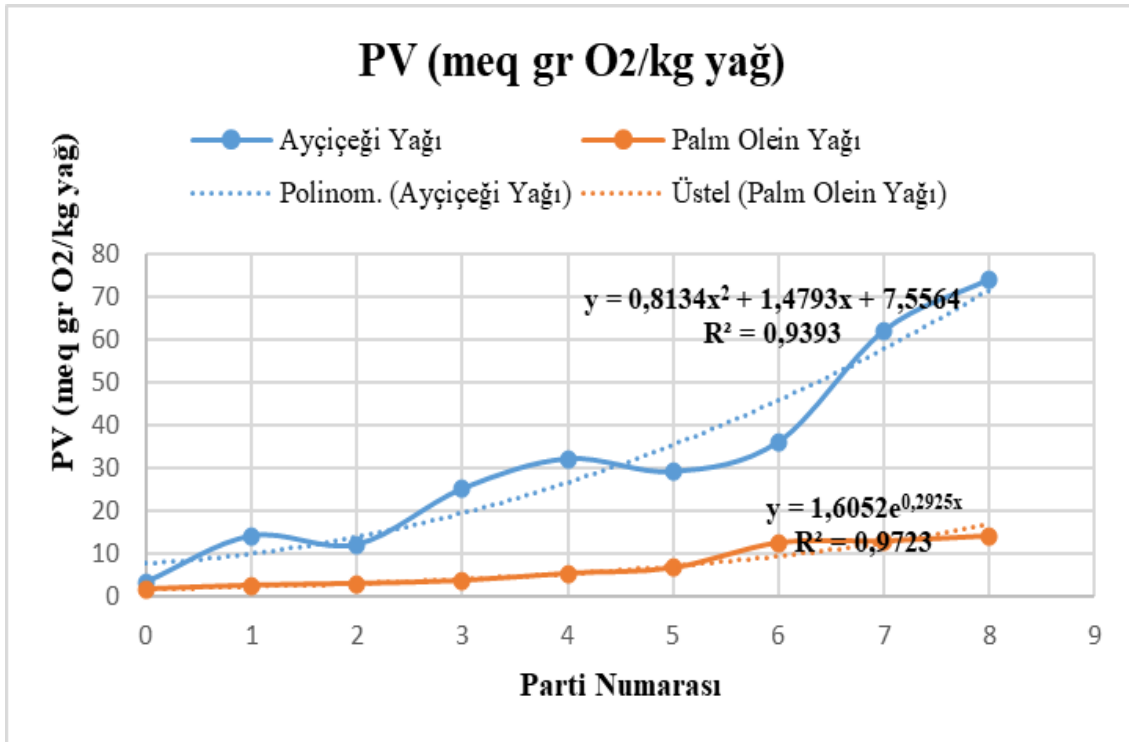
Çalışmada palm olein yağının SYA artışının, ayçiçeği yağına göre daha az olduğu bulunmuştur (Grafik 1). Yağlarda miktarca baskın olan trigliseritlerin; kızartma işleminde, besinden kızartma yağına doğru su transferi olması sonucu hidrolize uğramasıyla, SYA'nin arttığı ve ortamda monogliseritler, digliseritler ve gliserolün oluştuğu bilinmektedir (4,7). Ayrıca kızartma sırasında hidroperoksitlerin bozunması nedeniyle de SYA artışı gözlenmektedir (23). SYA artışı, kızartma yağının sıcaklığına ve besindeki su miktarına bağlı olmakla birlikte bu iki faktörün aynı olduğu durumda; SYA artışı da oleik asit baskınlığında daha az olmaktadır çünkü tekli doymamış yağ asidi baskın olduğunda, çoklu doymamış yağ asidi baskın yağa göre, yağın stabilitesi artmaktadır (21). Yağ asidi oksidasyon tepkimelerinin öncül maddelerinden olan SYA artışının daha az olması; bu tepkimelere karşı yağın daha oksidatif stabil olduğunun göstergesidir (24,25). Bu nedenle Tarmizi ve Lin (26)'in çalışmasında olduğu gibi bu çalışmada da palm olein yağının daha stabil olduğunu görülmüştür.



Grafik 1. Palm Olein Yağı ve Ayçiçeği Yağında Yapılan Kızartma İşleminin SYA Üzerine Etkisinin Karşılaştırılması



Grafik 2. Palm Olein Yağı ve Ayçiçeği Yağında Yapılan Kızartma İşleminin TPM Üzerine Etkisinin Karşılaştırılması



Grafik 3. Palm olein yağı ve ayçiçeği yağında yapılan kızartma işleminin PD etkisinin karşılaştırılması

4.2. Kızartma İşleminin TPM Üzerine Etkisi

Kızartma sırasında oluşan ve polaritesi trigliseritten yüksek olan maddelerin göstergesi olan TPM; kızartmadaki bozulma tepkimeleri ürünlerinin miktarlarına dair bilgi vermektedir (27,28). Bu çalışmada TPM miktarının iki yağ türü için de yasal üst limit olan %25 değerini aşmamasında; kızartma sırasında termostat ile sıcaklığın sabit tutulmasının etkili olduğu düşünülmüştür. Palm olein yağının TPM oran artışının ayçiçeği yağına göre daha az olduğu görülmüştür (Grafik 2). Patates kızartmasında kullanılan palm olein yağının ve yüksek oleik asitli ayçiçeği yağının performansının karşılaştırıldığı bir çalışmada; ardışık beş gün boyunca 8'er saat kızartma işlemi yapılmış ve kızartma ilerledikçe palm oleininde TPM artış oranının, yüksek oleik asitli ayçiçeği yağına göre daha yavaş olduğu bildirilmiştir. Yüksek oleik asitli ayçiçeği yağının polar bileşiklerinin içeriği 5. günde palm oleinine göre daha yüksek olmasına rağmen, her iki yağ da TPM %25'in altında kalmıştır (29). Bu sonuçlar, kızartma esnasında palm olein yağının oksidasyon tepkimelerine karşı daha stabil olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte derin yağda kızartma ile hazırlanan ürünlerde kalitenin maksimizasyonu arzulandığından palm olein seçerken diğer bileşenleri (SYA ve PD) daha düşük olan palm olein tercih edilmelidir (30).

4.3. Kızartma İşleminin PD Üzerine Etkisi

Kızartma yağında ısı etkisiyle termal oksidasyon, hidroliz gibi tepkimeler sonucunda oksidasyonun birincil ürünü hidroperoksitler oluşmaktadır (4). PD artışı, peroksitlerin oksidasyonun ileri aşamalarında aldehitler ve ketonlar gibi oksidasyonun ikincil ürünlerine dönüşmesi nedeniyle tek başına oksidasyon göstergesi olarak kullanılmamaktadır (2). Besindeki peroksidasyonun artışı; besinin kimyasında değişikliklere yol açtığı gibi tüketimi insan vücudunda biyokimyasal olarak istenmeyen sonuçlara yol açabilmektedir (31). Peroksidasyon sonucu oluşan malondialdehit (MDA), doymamış yağ asidi aldehitleri, alkanlar, epoksi yağ asitleri, hidroksi yağ asitleri gibi ürünlere yıkılması ile lipid peroksidasyonunun sonlanması sonucunda oluşmaktadır (32-34). Aynı zamanda MDA karsinojenik ve mutajenik olarak da bilinmektedir. Vücutta peroksidasyon sonucunda oluşmasının dışında kızartılmış et ürünlerinin tüketilmesi ile de vücutta artabilmektedir (35). Bu artış sonucu vücutta serbest radikal üretiminin arttığı ve antioksidanlar ile serbest radikaller arasındaki dengenin bozulduğu, endotel disfonksiyonu olduğu ve ateroskleroza neden olabileceği belirtilmektedir (34). Bu nedenle oksidasyon ve oluşturduğu TPM ve PD kontrolü sağlık açısından önem taşımaktadır.

Yağ türlerine göre değerlendirme yapıldığında palm olein yağının PD, ayçiçeği yağına göre daha düşük bulunmuş olup, PD ve p-AV testi birlikte değerlendirildiğinde; palm olein yağının, ayçiçeği yağına göre oksidasyona karşı daha stabil olduğu saptanmıştır (Grafik 3). Palm olein yağı ile muz cipslerinin kızartıldığı bir çalışmada, yağların oksidasyonunun, sadece PD kullanılarak doğru bir şekilde ölçülemeyeceği, bunun başlangıçta oluşan peroksitlerin oldukça kararsız olmasına ve ikincil oksidasyon ürünlerini oluşturmak üzere hızlı bir şekilde reaksiyona girmesine bağlı olduğu belirtilmiştir (36).

4.4. Kızartma İşleminin p-AV'ne Etkisi

p-AV artışı birincil oksidasyon ürünü olan peroksitlerin oksidasyon tepkimelerinin ilerlemesi sonucunda ikincil oksidasyon ürünü olan aldehitlerin (2-alkenal ve 2,4-dienal) artışını göstermektedir (36). Bu çalışmada son parti bittiğinde yağdan alınan örneklerin p-AV ayçiçeği yağı için 180, palm olein yağı için 74 bulunmuştur. p-AV yüksek olan ayçiçeği yağının palm olein yağına göre, oksidasyona karşı stabilitesi daha düşük bulunmuştur (Tablo 1). Kızartma yağlarının atılma noktalarının belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada; tavuk kızartılan yağlarda oksidasyon ürünleri izlenmiştir. Soya fasulyesi yağı ve palm oleinden oluşan yağ karışımı 170 saat boyunca tavuk eklenmeden ısıtılmış ve 180°C'de 130 döngü tavuk kızartması yapılmış, yağlarda p-AV gibi tüm oksidasyon parametreleri artmıştır (37). Bu çalışmada uzun döngüler halinde kızartma işleminin yapılmaması nedeniyle ve kızartma partileri arasında numune alınmaması nedeniyle anlamlı farklılık olmadığı düşünülmektedir. Ancak, Pantzaris'in (38) çalışmasında da zeytinyağı ve palm olein yağı gibi tekli doymamış yağ asitleri baskın olan yağların, çoklu doymamış yağ asitleri baskın olan ayçiçeği yağı ve soya yağına göre daha düşük p-AV'ne sahip olduğu gözlemlenmiştir.

4.5. Kızartma İşleminin TOTOX Değerine Etkisi

Bu çalışmada ayçiçeği yağı için TOTOX değeri başlangıçta 16.4 iken, son parti bittiğinde 328 olarak bulunmuştur. Palm olein yağı için TOTOX değerleri başlangıçta 11 iken, son parti bittiğinde 102 olarak kaydedilmiştir (Tablo 1). Dolayısıyla palm olein yağı ile yapılan lokma kızartma işleminde oksidatif stabilitesi daha yüksek olan yağ palm olein yağı olarak belirlenmiştir. Patates kızartmasının palm olein, zeytinyağı, ayçiçeği yağı ve soya yağı ile gerçekleştirildiği bir çalışmada; palm olein ve zeytinyağının en düşük TOTOX değerine sahip olduğu yani oksidasyona karşı daha stabil yağlar olduğu bildirilmiştir (38). Patates kızartması için elde edilen sonuçlar; lokma kızartması yapılan bu çalışmanın sonuçları ile uyumludur. Bu bulgular yağların çoklu doymamışlıktan tekli doymamışlığa ve doymuşluğa doğru oksidatif stabilitesinin arttığını doğrulamaktadır. Palm olein yağı ile muz cipslerinin kızartılması sürecinde antioksidan kullanımının etkisi üzerine yapılan bir çalışmada; TOTOX değerinin yağa hiç antioksidan ilavesi yapılmayan örnekte en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla kızartma işlemindeki toplam oksidasyon düzeyinin bir ifadesi olan TOTOX değerinin düşürülmesi ve daha yüksek kaliteli ürün eldesi için palm olein yağıyla birlikte antioksidan katkıları kullanılabilir (36). Lokma kızartılmasında palm olein yağına antioksidan ilavesi yapılarak kızartma işleminin neden olduğu oksidasyonun elimine edilmesi ve bu sayede çok ileri kalitede ve kabul edilir lezzete sahip lokma elde edilebilirliği üzerine ileri çalışmalar yapılması önerilmektedir.

4.6. Yağ Türünün Lokmanın Yağ Emilimine Etkisi

Kanserojen maddeler vücutta yağ içinde birikmekte ve fazla yağ alımı bu maddelerin vücuda girişini arttırmaktadır. Vücuda alınan yağ miktarının artışı cinsiyet hormonlarının çalışma düzenini bozmakta ve kansere yol açmaktadır. Özellikle kalın bağırsak-rektum kanserlerini ilerletici safra tuzları gibi maddelerin vücutta oluşumu yağ alımı arttıkça artmaktadır (39). Dolayısıyla kızartılan üründe yağ emiliminin kontrol altında tutulması sağlık açısından

önem taşımaktadır. Kızartma sonucu ürüne yağ emilim mekanizması; yağda polar madde miktarı arttıkça yağın lokmalarla temasının artması sonucu ürüne yağ emilimini arttırmak şeklindedir (28). Ayrıca kızartma yağının viskozitesi de ürüne yağ emilim miktarını etkilemektedir. Bu çalışmada son üründe yağ emilimi ayçiçeği yağı ile kızartılan lokmada %8,3, palm olein yağı ile kızartılmış lokmada %6,5 olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Kita ve Lisinska'nın (40) çalışmasında, yağda doymamış yağ asidi miktarı arttığında ürüne yağ emiliminin daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Öte yandan Vitrac (41), pamuk yağı gibi doymamış bir yağda kızartılmış üründe yağ emiliminin, pamuk yağının ürünü soğutma sırasındaki zayıf viskozitesi ve üründen kolay tahliye özelliği nedeniyle palm yağına göre ürüne yağ emiliminin daha az olduğunu göstermiştir. Bu çelişkiler, yağ viskozitesinin yağ emme mekanizmasında çok etkili olması, ancak bu mekanizmada hem adezyon ve hem de difüzyon dinamiklerinin rol oynamasıyla açıklanabilmektedir. Bu iki mekanizma birlikte değerlendirildiğinde; kızartma yağının viskozitesi ne kadar yüksekse ürüne yağ emilimi o kadar yavaş olur (42). Palm olein yağının viskozitesinin ayçiçeği yağının viskozitesine göre yüksek olması nedeniyle üründe yağ emilimi daha az gerçekleşmiştir (15,17,43,44).

4.7. Kızartma Sürecinin Palm Olein Yağı Üzerine Etkisi

Palm olein yağının endüstriyel kızartma için iyi bir seçim olduğu ve kaliteli kızartılmış ürünler ürettiği bulunmuştur (45). Palm olein ve ayçiçeği yağından yapılan yağ karışımları, diğer karışımlara kıyasla oksidatif ve hidrolitik bozunmaya karşı daha yüksek direnç göstermektedir (46). Bu çalışmada palm oleinin polar fraksiyonunun kızartma sayısındaki artışla birlikte artması, daha önceki araştırmaların verileri ile uyumludur (47-49). Bununla birlikte, Gonzalez ve ark. (50) tarafından yapılan bir çalışmada, taze yağ eklenmeden 90 kez kızartmada kullanılan palm oleinin polar madde miktarı kritik seviyeye (%25) ulaşmamıştır. Buna göre palm oleinin yüksek stabilitesini doğrulamakta ve kritik seviyenin aşılmaması halinde kullanıma uygun olduğu düşünülmektedir.

4.8. Kızartma Sürecinin Ayçiçeği Yağı Üzerine Etkisi

Ayçiçeği yağının kızartma işleminde oksidatif stabilitesinin incelendiği bir çalışmada 20 kızartma döngüsü uygulanmıştır ve TPM miktarının %25 sınır değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca aynı çalışmada kızartma döngüsü sayısı arttıkça oksidasyon düzeyini gösteren parametrelerden TPM ve SYA da artış göstermiştir (51). TPM için kritik seviye, daha önce yapılan başka bir çalışmada analiz edilen ayçiçeği yağı için yalnızca 60 kızartmadan sonra aşılmıştır (52). Bu çalışmada TPM sınırının, 8 kez kızartma yapılması ve sıcaklığın stabil tutulması sonucu aşılmadığı düşünülmektedir. Bu çalışma için dizayn edilen 8 kızartma döngüsü, geleneksel lokma kızartma yapan işletmelerdeki sayıya yakınlığı sağlamak amacıyla seçilmiştir (lokma hamurunun temin edildiği ve diğer benzeri işletmelerde 4'e kadar sıklıkta aynı yağ ile kızartma yapılabildiği kişisel görüşmelerle çalışma öncesinde öğrenilmiştir). Geleneksel kızartma işlemlerinde yağ sıcaklığının sabitlenmemesi, bu çalışmadakinin aksine TPM değerinin yükselmesine

neden olabilecek bir uygulamadır. Bu nedenle lokma kızartan işletmelerde kızartma cihazının sıcaklık sabitleyici özelliğe sahip olması ve oksidatif stabilitesi yüksek yağların kullanılması önerilmektedir.

5. Sonuç ve Öneriler

İzmir'e özgü "lokma" tatlısının ayçiçeği ve palm olein yağlarında kızartılmasıyla yağların oksidatif stabiliteilerinin karşılaştırılması amacıyla yapılan bu çalışmada; kızartma işlemi sırasında tüm parametreler palm oleinde, ayçiçeği yağına göre daha az artış göstermiştir. Palm olein yağı, lokma kızartma işlemi için ayçiçeği yağına göre daha oksidatif stabil davranış sergilemiştir. Palm olein yağının son ürüne daha az yağ emilmesi nedeniyle lokma tüketimi sonucu alınan yağ miktarı, ayçiçeği yağında kızartılana göre daha az olacaktır. Bu çalışma, daha düşük iyot sayısına sahip yağların kızartma esnasında daha az okside olduğunu destekler niteliktedir, ancak oksidasyon ile oluşan hoş olmayan tat ve kokuya sahip ürünler duyu olarak değerlendirilmemiştir. Bu nedenle iki ayrı yağda kızartılan lokmaların organoleptik özelliklerinin değerlendirilmesi açısından literatüre katkı sağlayamamıştır. Lokma gibi kızartılan ürünlerin fazla miktarda ve sık tüketimi sonucu fazla yağ alımı ve vücuda alınan oksidasyon ürünlerinin sağlık üzerine olası etkileri nedeniyle, kızartma işleminin en sık uygulandığı toplu beslenme sektöründe ve İzmir'de sıklıkla dağıtılan "lokma" üretiminde kızartma işlemlerinde oksidatif stabilitesi yüksek olan yağların kullanılması ve işletmelere alınan yağların diyetisyen ve gıda mühendisi tarafından ürün-sağlık etkileşimi açısından da değerlendirilmesi önerilmektedir.

6. Alana Katkı

"Lokma" Türkiye'nin çeşitli illerinde yaygın olarak açıkta satılan ya da dağıtılan geleneksel bir sokak yiyeceğidir. Bu sebeple tüketim oranı yüksek olan lokmanın denetimsiz hazırlama ve saklama koşulları ile halk sağlığı açısından oluşturduğu riski anlamak ve bu risklerin hangi önlemler ile en aza indirilebileceğini saptamak halk sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada sokakta hazırlanan ve halka dağıtılan lokmanın iki farklı yağ türüne göre kızartma aşamasında oluşabilecek değişiklikler analiz edilmiş ve lokma üretiminde dikkat edilmesi gereken noktalara dikkat çekilmiştir.

Araştırmanın Etik Yönü

Araştırma, niteliği bakımından etik izin gerektirmemektedir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Yazarlık Katkısı

Fikir/Kavram: DO; **Tasarım:** DO; **Denetleme:** DÇ, DO; **Kaynak ve Fon Sağlama:** DÇ, DO, FY; **Malzemeler:** EK, FY; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** DÇ, EK, FY; **Analiz/ Yorum:** DÇ, DO, EK, FY; **Literatür Taraması:** DÇ, DO, EK; **Makale Yazımı:** DÇ, EK; **Eleştirel İnceleme:** DO, FY.

Kaynaklar

1. Türk Patent Enstitüsü. 555 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname Gereği Coğrafi İşaretlerin Korunmasına İlişkin Tescil Talebi İlanı. Ankara; 2016. Available from: <https://www.ci.gov.tr/Files/GeographicalSigns/210.pdf>
2. Kuek SL, Tarmizi AHA, Abd Razak RA, Jinap S, Norliza S, Sanny M. Contribution of lipid towards acrylamide formation during intermittent frying of French fries. Food Control [Internet]. 2020 Dec [cited 2021 Jan 2];118: 107430. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713520303467> DOI: 10.1016/j.foodcont.2020.107430
3. Devseren E, Tomruk, D, Koç M, Kaymak Ertekin F. Vakum altında kızartma işleminin gıda ve kızartma yağı kalitesi üzerine etkisi. Akademik Gıda. 2016 Mar 1;14(1):43-53.
4. Baltacıoğlu C. Farklı kızartma yöntemlerinin bitkisel yağların oksidatif stabilitesi üzerine etkisi [Internet]. Gıda. 2016 Jan [cited 2020 Sep 28]; 41(6), 387-394. Available from: <https://dergipark.org.tr/en/pub/gida/issue/43781/537556> DOI: 10.15237/gida.GD16031
5. Yaşdağ T, Tekin A. Ayçiçek ve Pirina Yağlarının Kızartma Stabiliteilerinin Karşılaştırılması. Gıda [Internet]. 2017 Apr [cited 2020 Sep 28];42(2): 105-115. Available from: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gida/issue/27484/289031> DOI: 10.15237/gida.GD16071.
6. Xuwei H, Jing L, Zhiliang Y. Changes in PAHs levels in edible oils during deep-frying process. Food Control [Internet]. 2016 Aug [cited 2020 Sep 28];66: 233-240. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713516300585?via%3Dihub> DOI: 10.1016/j.foodcont.2016.02.012
7. Nas S, Gökçalp HY. Bitkisel yağ teknolojisi. Denizli: Sidas Yayınları; 2017. 320 s.
8. Kavaz Yüksel A, Yüksel M. Gıdalarda trans yağ asitlerinin varlığı ve önemi. Aydın Gastronomy [Internet]. 2020 July [cited 2020 Sep 28];4(2): 113-124. Available from: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/aydingas/issue/56175/727204>, DOI:10.17932/IAU.GASTRONOMY.2017.016/gastronomy_v04i2005
9. Önal B, Özdikiciler O, Yemişçioğlu F. Türkiye piyasasında satışı sunulan patates cipslerinde 3-MCPD esterleri ve glisidil esterleri miktarları. Akademik Gıda. 2016 Sep;14(3): 267-74.
10. Turan S, Solak R, Keskin Ş. Gıdalarda monokloropropandiol esterlerinin oluşumu ve belirlenmesi. Academic Food Journal [Internet]. 2018 Aug [cited 2020 Sep 28];16(2): 213-214. Available from: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/akademik-gida/article/449866> DOI: 10.24323/akademik-gida.449866.
11. Azeman NH, Yusof NA, Othman AI. Detection of free fatty acid in crude palm oil. Asian Journal of Chemistry [Internet]. 2015 Feb [cited 2020 Sep 28];27(5): 1569-1573. Available from: http://www.asianjournalofchemistry.co.in/user/journal/viewarticle.aspx?ArticleID=27_5_1 DOI: 10.14233/ajchem.2015.17810
12. Ülger TG, Uçar A. Serbest yağ asitlerinin sağlık üzerine etkileri. Uluslararası Hakemli Beslenme Araştırmaları Dergisi [Internet]. 2018 Dec [cited 2020 Sep 28];14: 64-78. Available from: https://www.researchgate.net/publication/329742326_SERBEST_YAG_ASITLERININ_SAGLIK_UZERINE_ETKILERI DOI: 10.17362/DBHAD.2018.3.5
13. Baysal A. Beslenme. Ankara: Hatiboğlu Yayınları; 2015. 560 p.
14. Bozkurt S, Yazıcı UM, Bozbey S, Yorulmaz A. Mikrodalga ısıtmanın pirina yağının oksidatif stabilite ve yağ asidi bileşimine etkisi. ADÜ Ziraat Dergisi [Internet]. 2017 Oct [cited 2020 Sep 28];14(2):51-55. Available from: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/392891> DOI: 10.25308/aduziraat.315284
15. Quinchia LA, Delgado MA, Valencia C, Franco JM, Gallegos C. Viscosity modification of different vegetable oils with EVA copolymer for lubricant applications. Industrial Crops and Products [Internet]. 2010 Nov [cited 2020 Sep 28];32(3): 607-612. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669010001895> DOI: 10.1016/j.indcrop.2010.07.011
16. Pande, G., Akoh, C.C., & Lai, O.M. (2012). Palm oil: Production, processing, characterization, and uses. In: Oi-Ming Lai, Chin-Ping Tan, Casimir Akoh editors. Food Uses of Palm Oil and Its Components. Urbana: Academic Press and AOCS Press; 2013 p. 561-586
17. Khor YP, Sim BI, Abas F, Lai OM, Wang Y, Nehdi IA, et al. Evaluation of quality parameters for fresh, used and recycled palm olein. Journal of the Science of Food and Agriculture [Internet]. 2019 Aug [cited 2020 Sep 28];99(15): 6989-6997. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.9989> DOI 10.1002/jsfa.9989
18. Önder Ö. Derin yağda kızartma işleminde adsorbant kullanımının kızartmalık yağların kullanımı süreleri üzerine etkisi [dissertation on the internet]. İzmir: Ege Üniversitesi; 2011 [cited 2020 Oct 1]. Available from: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=uNYo_5NXQoND-5NmEWZSqA&no=7V6Ylh4b9DdHrtBZyN7fQ
19. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Kızartmada Kullanılmakta Olan Katı ve Sıvı Yağlar için Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği. Ankara; 2012. Available from: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/05/20120512-5.htm>
20. Bozdoğan Konuşkan D. Hatay'da yetiştirilen halhali, sarı haşebi ve Gemlik zeytin çeşitlerinden çözücü ekstraksiyonuyla elde edilen yağların bazı niteliklerinin belirlenmesi ve mekanik yöntemle elde edilen zeytinyağları ile karşılaştırılması [dissertation on the internet]. Adana: Çukurova Üniversitesi; 2008 [cited 2020 Oct 1]. Available from: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=biL2P3cCsPgUNjVdV2BsGcfvSgsmwJpbEuCnjbpvFh_zOXDZ0c_docCclo_2M02
21. Dedetaş N. Sporopollenin ekzin kapsül ile balık yağı enkapsülasyonuna ultrases teknolojisinin etkisinin incelenmesi [dissertation on the internet]. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi; 2016 [cited 2020 Oct 1]. Available from: <https://polen.itu.edu.tr/handle/11527/13658>
22. Cornell JA, Berger RD. Factors that influence the value of the coefficient of determination in simple linear and nonlinear regression models [Internet]. Phytopathology, 1986 Feb [cited 2021 Apr 1]; 77(1), 63-70. Available from: https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1987Abstracts/Phyto77_63.htm DOI: 10.1094/Phyto-77-63
23. Maskan M, Nacaroğlu S, Göğüş F. Kara kekik (Thymbra spicata) uçuğu yağının kızartma işleminde kullanılan mısır özü yağının kalite değerleri üzerine etkisi. Türkiye 9. Gıda Kongresi; 2006, Mayıs; Bolu, Türkiye.
24. Miyashita K, Takagi T. Study on the oxidative rate and prooxidant activity of free fatty acids. Journal of the American Oil Chemists' Society [Internet]. 1986 Oct [cited 2020 Sep 28];63(10):1380-1384. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02679607> DOI: 10.1007/bf02679607
25. Frega N, Mozzon M, Lercker G. Effects of free fatty acids on oxidative stability of vegetable oil. Journal of the American Oil Chemists' Society [Internet]. 1999 Mar [cited 2020 Sep 28];76(3):325-329. Available from: <https://aocs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1007/s11746-999-0239-4>
26. Tarmizi AHA, Lin SW. Quality assessment of palm products upon prolonged heat treatment. J Oleo Sci [Internet]. 2008 July [cited 2020 Sep 28];57(12): 639-648. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19001776/> DOI: 10.5650/jos.57.639
27. Warner K, Gupta M. Frying quality and stability of low-and ultra-linolenic acid soybean oils. J Am Oil Chem Soc [Internet]. 2003 Mar [cited 2020 Sep 28];80:275-280. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11746-003-0689-x> DOI: 10.1007/s11746-003-0689-x
28. Yılmaz E, Aydeniz B. Farklı doğal antioksidanların kızartma süresince yer fıstığı yağının fiziksel özellikleri üzerine etkileri. Akademik Gıda. 2014 Mar;12(1): 35-42.
29. Fauziah A, Razali I, Aini N. Frying performance of palm olein and high oleic sunflower oil during batch frying of potato crisps. Palm Oil Developments. 2000 Jan;33:1-7.
30. Tarmizi AHA, Ismail R. Comparison of the frying stability of standard palm olein and special quality palm olein. Journal of the American Oil Chemists' Society [Internet]. 2007 Dec [cited 2020 Sep 28];85(3): 245-251. Available from: <https://aocs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1007/s11746-007-1184-8> DOI: 10.1007/s11746-007-1184-8

31. Güven A, Kışaçam S. Gastrit ve mide kanseri hastalarında kan malondialdehit (MDA) ve redükte glutatyon (GSH) düzeylerinin araştırılması. *Caucasian Journal of Science*. 2020 June 28;7(1):1-8.
32. Kiliç N, Malhatun E, Elmali E, Altan N. An investigation into the effects of the sulfonylurea glyburide on glutathione peroxidase activity in streptozotocin-induced diabetic rat muscle tissue. *Gen Pharmacol* [Internet]. 1998 Mar [cited 2020 Sep 28];30(3): 399-401. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9510093/> DOI: 10.1016/s0306-3623(97)00277-2
33. Sinclair AJ, Barnett AH, Lunec J. Free radicals and antioxidant systems in health and diseases. *J Hosp Med*. 1990 May;43(5):334-344.
34. Sayiner S, Gülmez N, Sabit Z, Gülmez M. Effects of deep-frying sunflower oil on sperm parameters in a mouse model: Do probiotics have a protective effect?. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* [Internet]. 2019 June [cited 2020 Sep 28];25(6): 857-863. Available from: <http://vetdergikafkas.org/abstract.php?id=2608> DOI: 10.9775/kvfd.2019.22063.
35. Karabudak E. Etlerdeki Lipid Peroksidasyonun Bir Ürünü Olarak Malonaldehid ve Ölçüm Yöntemleri. *Beslenme ve Diyet Dergisi*. 2002 June 30;31(1):43-48.
36. Che Man YB, Ammawath W, Rahman RA, Yusof S. Quality characteristics of refined, bleached and deodorized palm olein and banana chips after deep-fat frying. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [Internet]. 2003 Mar [cited 2020 Sep 28];83(5):397-400. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.1391> DOI: 10.1002/jsfa.1391
37. Song JH, Kim MJ, Kim YJ, Lee JH. Monitoring changes in acid value, total polar material, and antioxidant capacity of oils used for frying chicken. *Food Chemistry* [Internet]. 2017 Apr [cited 2020 Sep 28];220(2017):306-312. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27855904/> DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.09.174.
38. Pantzaris TP. Comparison of monounsaturated and polyunsaturated oils in continuous frying. *Grasas y aceites* [Internet]. 1998 Aug [cited 2020 Sep 28];49(3-4): 319-325. Available from: <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/733> DOI: 10.3989/gya
39. T.C. Sağlık Bakanlığı. Kanser ve Beslenme. Ankara: Kismet Matbaacılık, Ankara; 2008. Available from: <https://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/t58.pdf>
40. Kita A, Lisinska G. The influence of oil type and frying temperatures on the texture and oil content of French fries. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [Internet]. 2005 Aug [cited 2020 Sep 28];85(15):2600-2604. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.2319> DOI: 10.1002/jsfa.2319
41. Vitrac O. Caractérisation expérimentale et modélisation de l'opération de friture [dissertation on the internet]. Massy: Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires; 2000 [cited 2020 Oct 1]. Available from: <http://www.theses.fr/2000EIAA0109>
42. Ziaifar AM, Achir N, Courtois F, Trezzani I, Trystram G. Review of mechanisms, conditions, and factors involved in the oil uptake phenomenon during the deep-fat frying process. *International Journal of Food Science & Technology* [Internet]. 2008 July [cited 2020 Sep 28];43(8):1410-1423. Available from: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.2007.01664.x> DOI: 10.1111/j.1365-2621.2007.01664.x
43. Karayiğit T. Ayçiçek yağının rafinasyon aşamalarında meydana gelen fizikokimyasal değişimleri ve nanoboyuttaki safsızlıkların tespit edilmesi [dissertation on the internet]. Afyon: Afyon Kocatepe Üniversitesi; 2018 [cited 2020 Oct 1]. Available from: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=Mir2IXQK1dkmQ9lge3PZbiEFOXZnDT rwmXZA3BoTg8kEBEtBmNoGC-M5gqoql8r7>
44. Siddique BM, Ahmad A, Ibrahim MH, Hena S, Rafatullah M. Physico-chemical properties of blends of palm olein with other vegetable oils. *Grasas y aceites* [Internet]. 2010 Dec [cited 2020 Oct 1];61(4):425-426. Available from: <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/1054> DOI: 10.3989/gya
45. Ferreira DR, Beleia ADP, Silva RSDSF. Alterations of palm oil (*Elaeis guineensis*) in the continuous industrial par frying of breaded chicken snacks [Internet]. *Food Science and Technology (Campinas)*. 2014 Mar [cited 2021 Apr 1]; 34(1): 32-37. Available from: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612014000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=en DOI: 10.1590/S0101-206120140005000014
46. Tarmizi AHA, Ismail R. Use of pilot plant scale continuous fryer to simulate industrial production of potato chips: Thermal properties of palm olein blends under continuous frying conditions [Internet]. *Food Science & Nutrition*. 2014 May [cited 2021 Apr 1];2(1):28-38 Available from: https://www.researchgate.net/publication/262113616_Use_of_pilot_plant_scale_continuous_fryer_to_simulate_industrial_production_of_potato_chips_Thermal_properties_of_palm_olein_blends_under_continuous_frying_conditions DOI: 10.1002/fsn3.76
47. Cuesta C, Sanchez-Muniz FJ, Garrido-Polonio MC, Lopez-Varela S, Arroyo R. Thermoxidative and hydrolytic changes in sunflower oil used in frying with a fast turnover of fresh oil [Internet]. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 1993 Nov [cited 2021 Apr 1]; 70(11):1069-1073. Available from: <https://europemc.org/article/agr/ind20373812> DOI: 10.1007/bf02632144
48. Romero A, Sanchez-Muniz FJ, Tulasne C, Cuesta C. High-performance size-exclusion chromatographic studies on a high-oleic acid sunflower oil during potato frying [Internet]. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 1995 Dec [cited 2021 Apr 1];72(12):1513-1517. Available from: <https://europemc.org/article/AGR/IND20513046> DOI: 10.1007/bf02577845
49. Sanchez-Muniz FJ, Cuesta C, Garrido-Polonio MC. Sunflower oil used for frying: Combination of column, gas and high-performance size-exclusion chromatography for its evaluation [Internet]. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 1993 Mar [cited 2021 Apr 1]; 70: 235-240. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02545301#citeas> DOI: 10.1007/BF02545301
50. Gonzalez-Munoz MJ, Bastida S, Sanchez-Muniz FJ. Short-term in vivo digestibility of triglyceride polymers, dimers, and monomers of thermoxidized palm olein used in deep-frying [Internet]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1998 Nov [cited 2021 Apr 1];46(12):5188-5193. Available from: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf980598i> DOI: 10.1021/jf980598i
51. Urbancic S, Kolar MH, Dimitrijevic D, Demsar L, Vidrih R. Stabilisation of sunflower oil and reduction of acrylamide formation of potato with rosemary extract during deep-fat frying [Internet]. *LWT-Food Science and Technology*. 2013 Jan [cited 2021 Apr 1];57(2), 671-678. Available from: https://www.researchgate.net/publication/284814867_Stabilisation_of_sunflower_oil_and_reduction_of_acrylamide_formation_of_potato_rosemary_extract_during_deep-fat_frying DOI: 10.1016/j.lwt.2013.11.002
52. Arroyo R, Sanchez-Muniz FJ, Cuesta C, Burguillo FJ, Sanchez-Montero JM. Hydrolysis of used palm oil and sunflower oil catalyzed by porcine pancreatic lipase [Internet]. *Lipids*. 1996 Nov 31 [cited 2021 Apr 1];31:1133-1139. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02524287#citeas> DOI: 10.1007/BF02524287