



# Zeytin yaprağı özütünün tereyağı, ayçiçek yağı ve patates cipsinde lipit oksidasyonu üzerindeki etkileri

## Effects of olive leaf extract on lipid oxidation in butter, sunflower oil and potato chips

Aziz KORKMAZ<sup>1\*</sup>, Sevim GASER<sup>2</sup>, Ahmet Ferit ATASOY<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Mardin, Türkiye

<sup>3</sup>Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-5221-6722>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0009-0003-2791-7839>; <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-3390-1177>

### To cite this article:

Korkmaz, A., Gaser, S. & Atasoy, A. F. (2024). Zeytin yaprağı özütünün tereyağı, ayçiçek yağı ve patates cipsinde lipit oksidasyonu üzerindeki etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 28(3): 489-499

DOI: 10.29050/harranziraat.1460295

### \*Address for Correspondence:

Aziz KORKMAZ

e-mail:

azizkorkmaz@artuklu.edu.tr

### Received Date:

29.03.2024

### Accepted Date:

15.06.2024

### ÖZ

Lipit oksidasyonu, yemeklik yağlarda duyu kalite kusurlarına neden olmakla birlikte tüketici sağlığı açısından da risk oluşturan bir bozulma tipidir. Bu çalışmada, zeytin yaprağından elde edilen bir özüt (ZYÖ) ile sentetik bir antioksidan olan bütillenmiş hidroksitoluenin (BHT) tereyağı, ayçiçek yağı ve patates cipsindeki antioksidan özellikleri karşılaştırılmıştır. Bu amaçla, her iki antioksidan farklı konsantrasyonlarda (50, 100, 200 ppm) tereyağına ve ayçiçek yağına ilave edilmiş, bunlardan ayçiçek yağı kızartma yöntemiyle (170±5°C) patates cipsi üretiminde kullanılırken tereyağı ise herhangi bir ısı işlemine tabi tutulmamıştır. Hızlandırılmış raf ömrü testinden sonra oksidasyon parametreleri olarak örneklerin tiyobarbitürik asit (TBA) içerikleri ve peroksit sayıları (PS) belirlenmiştir. Ayrıca, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikali giderme aktivitesine dayalı olarak ZYÖ ile BHT'nin toplam antioksidan kapasiteleri (TAK) de karşılaştırılmıştır. ZYÖ ilave edilmiş tereyağı, ısı işlem görmüş ayçiçek yağı ve patates cipsinin oksidasyon göstergeleri herhangi bir antioksidan bileşen eklenmemiş örneklerinkine (kontrol) nazaran önemli oranda düşük bulunmuştur (P<0.05). 50, 100 ve 200 ppm konsantrasyonlarında BHT eklenmiş tereyağlarında, aynı konsantrasyonlarda ZYÖ ilave edilmiş örnekler göre sırasıyla %48,92, %47,76 ve %50,97 oranında daha düşük miktarlarda TBA oluşmuştur. Benzer oranlar, tereyağının PS değerleri için de saptanmıştır. Ayçiçek yağı örneklerinde ise ZYÖ eklenmiş örneklerin TBA değerleri BHT eklenmiş örneklerin ve kontrol örneğinin TBA değerlerine göre daha düşük bulunmuştur (P<0.05). Ancak, 100 ve 200 ppm'lik konsantrasyonlarda BHT ve ZYÖ kullanımı bu yağın PS düzeyi için anlamlı bir fark oluşturmamıştır (P>0.05). ZYÖ eklenmiş patates cipslerinin TBA içerikleri BHT'li örneklerinkine göre önemli düzeyde daha düşük bulunmuştur (P<0.05). TAK bakımından ise ZYÖ (79,12 mg TE (troloks eşdeğeri) g<sup>-1</sup>) BHT'ye (67,39 mg TE g<sup>-1</sup>) nazaran daha yüksek değer sergilemiştir (P<0.05). Çalışmanın sonuçları, doğal bir antioksidan olarak ZYÖ'nün lipit oksidasyonlarının önlenmesinde BHT'ye alternatif olabileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Zeytin yaprağı özütü, oksidasyon, antioksidan, patates cipsi, tereyağı

### ABSTRACT

Lipid oxidation causes sensory quality defects in edible oils and also poses a health risk. In this study, the antioxidant properties of an extract obtained from olive leaves (OLE) and butylated hydroxytoluene (BHT), a synthetic antioxidant, were compared in butter, sunflower oil, and potato chips. For this purpose, both antioxidants were added to butter and sunflower oil at different concentrations (50, 100, 200 ppm). Sunflower oil was used in the production of potato chips at 170±5 °C, while butter was not subjected to any heat treatment. After the accelerated shelf life test, the oxidation parameters of the samples were determined by measuring thiobarbituric acid (TBA) and peroxide values (PV).



Additionally, the total antioxidant capacities (TAC) of OLE and BHT were compared based on 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity. The oxidation parameters of OLE added butter, heat-treated sunflower oil, and potato chips were found to be significantly lower than those of the samples without any antioxidant component added (control) ( $P < 0.05$ ). In butters with BHT added at 50, 100, and 200 ppm concentrations, the formation of TBA was reduced by 48,92%, 47,76%, and 50,97%, respectively, compared to the samples with OLE added at the same concentrations. Similar rates were also determined for PV of butter. In sunflower oil samples, the TBA values of samples with OLE added were found to be lower ( $P < 0.05$ ). However, the use of BHT and OLE at concentrations of 100 and 200 ppm did not result in a significant difference in the PV of this oil ( $P > 0.05$ ). The TBA contents of potato chips with OLE added were found to be significantly lower than those of samples with BHT ( $P < 0.05$ ). In terms of TAC, OLE (79,12 mg TE (trolox equivalent)  $g^{-1}$ ) exhibited a higher value than BHT (67,39 mg TE  $g^{-1}$ ) ( $P < 0.05$ ). The results of the study showed that OLE, as a natural antioxidant, could be an alternative to BHT in preventing lipid oxidation.

**Key Words:** Olive leaf extract, oxidation, antioxidant, potato chips, butter

## Giriş

Gıdaların üretimi ve depolanma süreçlerinde en yaygın bozulma tiplerinden biri de yağların oksidasyonu ile sonuçlanan reaksiyonlardır. Özellikle, kızartma gibi yüksek sıcaklıklarda gerçekleşen ısı işlemler yağlarda oksidasyon, hidroliz ve polimerizasyon gibi bozulma reaksiyonlarına neden olmaktadır (Jiménez ve ark., 2017). Bu reaksiyonlarla oluşan bileşikler, yağlarda duyu kusurlarına neden olmakla birlikte onların raf ömürlerini de kısaltmaktadır. Diğer taraftan, termal oksidasyon bileşikleri diyabet, nörodejeneratif hastalıklar, aterogenez, inflamasyon ve kanser gibi hastalıklar açısından risk oluşturabilmektedir (Romojaro ve ark., 2013; Wu ve ark., 2019).

Gıda sektöründe, ısı uygulamalardan kaynaklı olarak yağlarda meydana gelen oksidasyonun önlenmesinde çoğunlukla sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Bu amaçla en yaygın kullanılan antioksidanlar bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), bütillenmiş hidroksianisol (BHA), tert-bütillhidrokinon (TBHQ) ve propil gallattır (PG). Bu antioksidanların, düşük sıcaklıklarda etkili olabildikleri ancak, kızartma gibi daha yüksek sıcaklık ( $\sim 180$  °C) gerektiren uygulamalarda kararsız yapılarından ötürü etkinliklerini yitirebildikleri bildirilmektedir (Esposito ve ark. 2015; Wu ve ark., 2019). Ayrıca, sentetik antioksidanların insan sağlığı üzerindeki olası zararları da gıda sektöründeki kullanımlarının sınırlandırılmasına ilişkin bir gerekçe olarak kabul görmeye başlanmıştır (Farag ve ark., 2007). Bu nedenle, derin kızartma olarak bilinen yüksek sıcaklıklardaki ısı işlemlere karşı termal dayanımı

yüksek ve sağlık için tehlike yerine, fayda sağlayabilecek doğal antioksidanların kullanımı daha etkin bir yaklaşım olarak önem arz etmektedir. Bu amaçla, üzerinde en çok durulan ürünlerden biri de zeytin yaprağı olup son yıllarda bu yaprağın antioksidan özellikleriyle ilgili yapılan bilimsel çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Zeytin yaprağı, yüksek polifenol içeriğinden ötürü hem gıdaları oksidasyona karşı koruma hem de çeşitli hastalıklar açısından tüketici sağlığını koruma potansiyeline sahiptir (Difonzo ve ark., 2021; Wu ve ark., 2019).

Literatürde, zeytin yaprağının antioksidan rolleri dahil olmak üzere bazı gıdalar üzerindeki etkilerini araştıran çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Fakat, bu çalışmalarda yaprağın kullanılan formu (özüt veya tüm) ve dozu, çalışılan zeytinin çeşidi ve uygulanan gıda veya yağ türü gibi farklılıklara bağlı olarak elde edilen sonuçlar geniş bir farklılık sergilemektedir. Jiménez ve ark. (2017), zeytin ve avokado yapraklarının patates kızartmasında kullandıkları ayçiçekyağı ve kanola yağları üzerindeki antioksidan etkilerini karşılaştırmışlar. Çelik ve ark. (2021), zeytin yaprağı ilavesinin zeytinyağının kalite özelliklerinin pozitif etkilendiğini aktarmaktadır. Benzer bir çalışmada, yabani zeytin (delice) yaprağının zeytinyağının fonksiyonel özelliklerine etkileri konu edinmiştir (Baccouri ve ark., 2022). Diğer bir çalışmada, pirina özütü ilave edilmiş palm yağı, zeytinyağı ve ayçiçek yağlarının kızartma sonrasında özütten kaynaklı olarak önemli oranda polifenol içerdiği belirlenmiştir (Orozco-Solano ve ark., 2011). Macit ve Kizil (2022), pişirilmiş somon balığında zeytinyaprağı özütü kullanımının heterosiklik aromatik amin oluşumunu azaltabildiğini

belirtmişlerdir.

Belirli yağlarda zeytin yaprağı özütünün kullanımı ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesinde, uygun doz ve sürdürülebilirlik açısından daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.. Bu çalışmada, ZYÖ ve BHT'nin tereyağı ve ayçiçek yağlarında oksidasyon önleyici etkilerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada, ayrıca, ZYÖ ve BHT eklenmiş ayçiçek yağıyla kızartılan patates cipslerindeki oksidasyon düzeyinin belirlenmesi de hedeflenmiştir.

## Materyal ve Metot

### *Zeytin yaprağı özütü*

Zeytin yaprağından özüt üretiminde, Korkmaz, (2023) tarafından uygulanan metot biraz değiştirilerek kullanılmıştır. Taze olarak toplanmış (200 g) zeytin yaprakları, oda koşullarında (20-25 °C) bir tepsi üzerinde serilerek kurutulmuş ve bir baharat öğütücü (Premier PRG 259; İstanbul, Türkiye) yardımıyla toz haline getirilmiştir. Bu tozdan 10 g tartılarak bir erlene alınmış ve üzerine 90 mL metanol-su karışımı (80:20 v/v) eklenerek bir homojenizatörde (Ultra-Turrax T25 Basic, IKA, Staufen, Almanya) 7000 rpm hızda 60 s süreyle homojenize edilmiştir. Karışım, 50 mL'lik falkon tüplere alınarak soğutmali bir santrifüjde (Universal 320 Hettich, Westphalia, Almanya) 5000 rpm hızda 5 dk süreyle 10 °C'de santrifüj edilmiştir. Üst faz alınarak dipte kalan çökeltiyle ekstraksiyon iki kez daha tekrarlanmıştır. Toplanan üst fazlar bir evaporatörde (Heidolph, Schwabach, Almanya) 900 mmHg vakum altında 33 °C tutularak metanol uçurulmuştur. Elde edilen ZYÖ, kapalı bir tüp içerisine alınarak çalışmadaki yağlarda kullanılıncaya kadar -18 °C' de muhafaza edilmiştir.

### *Patates cipsi*

Cips üretiminde kullanılan patatesler ve ayçiçek yağı yerel bir manavdan temin edilmiştir. Patatesler (~1 kg) yıkanıp kabukları soyulduktan sonra 2-3 mm kalınlık ve 3-5 cm çapındaki ince dilimler halinde kesilmiş ve örnekleme amacıyla bu

dilimler 7 eşit partiye bölünmüştür. Bu arada, yeteri kadar ayçiçek yağı (200 mL) bir tavaya konulmuş ve üzerine gerekli konsantrasyonda ZYÖ (veya BHT) ilave edilerek manyetik karıştırıcıda 1 saat boyunca oda sıcaklığında karıştırılmıştır. Sonra, yağ bir ocakta 170±5 °C'ye kadar ısıtılıp patates dilimleri yağın içine bırakılmış ve cips kıvamına gelinceye kadar (2 dk) kızartılmıştır. Her bir patates partisinin kızartılmasında tavadaki yağ yenisiyle değiştirilmiştir. Ayrıca, antioksidan madde olarak ZYÖ veya BHT her seferinde farklı konsantrasyonda (50, 100 ve 200 ppm) kullanılmıştır. Kontrol amacıyla bir parti cipsin üretiminde herhangi bir antioksidan bileşen kullanılmamıştır.

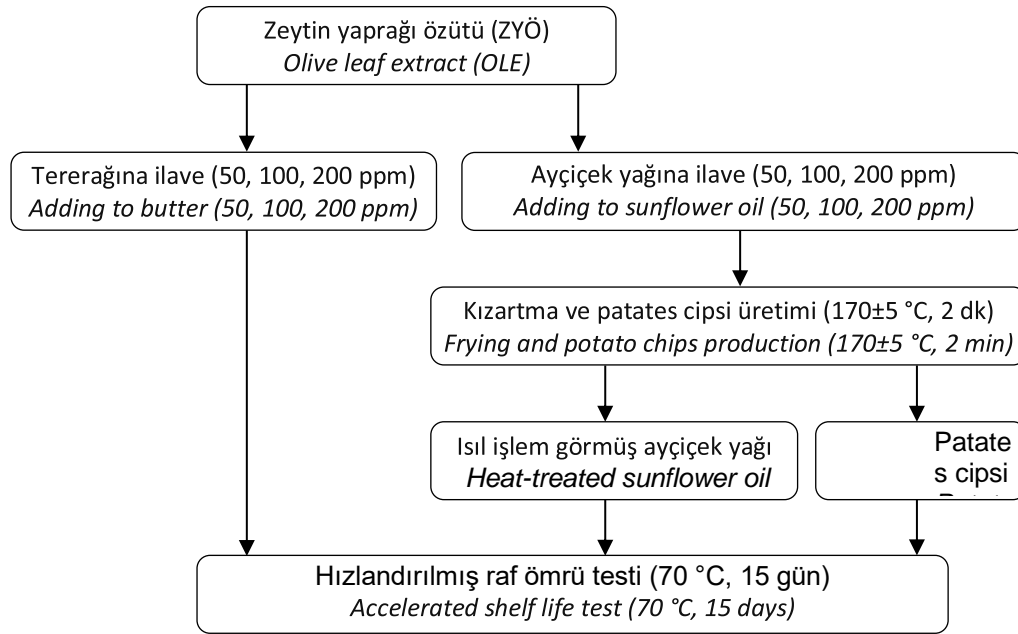
### *Tereyağı*

Yerel bir marketten temin edilen tereyağı (2 kg) 40 °C'de eritilerek 7 eşit kısma bölünmüş ve cips üretiminde uygulandığı gibi, her bir kısma üçer farklı konsantrasyonlarda olacak şekilde ZYÖ ve BHT ilave edilerek manyetik karıştırıcı (38 °C) ile 1 saat karıştırılmıştır. Kontrol örneğinde antioksidan maddeler ilave edilmemiştir.

### *Hızlandırılmış raf ömrü testi (oksidatif stabilite)*

Tereyağı, elde edilen patates cipsleri ve patates cipslerinin üretiminde kullanılan kızartılmış ayçiçek yağı örnekleri hızlandırılmış raf ömrü testine tabi tutulmuştur. Bu test, Zhang ve ark. (2016) tarafından kullanılan metot biraz değiştirilerek uygulanmıştır.

Ayçiçek yağı ve tereyağı örneklerinden 100'er g, cips örneklerinden ise 50'er g tartılıp alüminyum kaselere alınmıştır. Daha sonra, kaselerdeki örnekler 70 °C'ye ayarlanmış ve oksijen gazıyla beslenen bir etüvde (Memmert UN55, Schwabach, Almanya) 15 gün boyunca bekletilmiştir. Bu süre sonunda çalışma örnekleri kapalı tüplere alınarak analizlerde kullanılıncaya kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir. Üretimler iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın deneysel tasarımına ilişkin akış şeması Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Çalışmanın deneysel tasarımına ait akış şeması (ZYÖ: Zeytin yaprağı özütü)  
Figure 1. Flow chart of the experimental design of the study (OLE: Olive leaf extract)

### Tiyobarbitürik asit (TBA) analizi

Örneklerin TBA analizi, Kamacı (2021) tarafından kullanılan metoda göre yapılmıştır. 10 g numune tartılarak 50 mL'lik bir balona aktarılmıştır. Üzerine 47,5 mL saf su ilave edilerek yaklaşık 2 dk süresince karıştırılmıştır. Ardından, bu karışıma 4 M'lık HCl'den 2,5 mL ilave edilerek pH değeri 1,5'e ayarlanmıştır. Kaynama sırasında köpük oluşumunu engellemek amacıyla balon içine birkaç tane sünger taşı konularak balon damıtma düzeneğine yerleştirilmiştir. Damıtma hızı, 10 dk içerisinde 50 mL distilat elde edilecek şekilde ayarlanmıştır. Oluşan distillatlardan 5 mL alınarak ayrı ayrı tüplere aktarılmış, her birinin üzerine %90'lık (v/v) glasiyel asit içerisinde hazırlanmış TBA çözeltisinden (0,02 M) 5 mL eklenerek iyice karıştırılmış ve ağzıları sıkıca kapatılmıştır. Kör (şahit) çözelti için distilat yerine 5 mL saf su kullanılmıştır. Tüpler kaynayan bir su banyosunda 35 dk sürecince tutulmuş ve akabinde 10 dk soğuk suda bekletilerek soğuması sağlanmıştır. Daha sonra, bir UV-spektrofotometresi (Biochrom Libra S70 Dual) kullanılarak çözeltinin absorbansı kör örneğe karşı 538 nm'de okunmuştur. TBA miktarı eşitlik 1'e göre hesaplanıp mg malonaldehit (MDA)  $kg^{-1}$  olarak ifade edilmiştir.

$$TBA (mg\ MDA\ kg^{-1}) = 7,8 \times A \quad (1)$$

Burada; A, 538 nm'deki absorbans değeri; 7,8 ise absorbans değerini  $kg$  örnek başına mg MDA'ya dönüştürmek için kullanılan sabit sayıdır.

### Peroksit sayısı (PS) analizi

PS, Uluslararası Zeytin Konseyi'nin (IOC, 2017) zeytinyağı için belirlenen resmi yöntemine göre belirlenmiştir. 3 g örnek tartılıp bir erlene alınmış ve üzerine 10 mL kloroform ilave edilerek hızlıca karıştırılmıştır. Sonra, üzerine 15 mL asetik asit ve 1 mL potasyum iyodür ilave edilerek erlenin ağzı sıkıca kapatılmış ve iyice karıştırılmıştır. 1 dk bekleme süresinden sonra, erlenin kapağı açılıp üzerine 75 mL saf su ilave edilmiş ve karıştırılıp indikatör olarak %1'lik nişasta çözeltisinden 2-3 damla ilave edilmiştir. Daha sonra, karışımın rengi açılıncaya kadar 0,01 N'lik sodyum tiyosülfat ile titrasyon yapılarak PS eşitlik 2'ye göre hesaplanmıştır.

$$PS (meqO_2\ kg^{-1}) = (V \times T \times 1000)/m \quad (2)$$

Burada: V, harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi (mL); T, sodyum tiyosülfat çözeltisinin molaritesi ( $mol\ L^{-1}$ ); m, tartılan örnek miktarını (g) ifade eder.

### Toplam antioksidan kapasitesi (TAK)

ZYÖ ve BHT'nin TAK değerleri, DPPH radikali

giderme kapasitelerinin ölçülmesiyle belirlenmiştir. TAK analizi, Korkmaz (2023) tarafından kullanılan metot biraz modifiye edilerek yapılmıştır. Stok çözeltiler için BHT ve ZYÖ'nün herbirinden 10 mg tartılarak ayrı deney tüpleri içerisine alınmış ve her birinin üzerine 10 mL metanol eklenerek çözümleri sağlanmıştır. Öncelikle ZYÖ ve BHT için IC<sub>50</sub> değerleri hesaplanmıştır. IC<sub>50</sub>, başlangıçtaki DPPH radikallerinin %50'sini gidermek için gereken antioksidan maddenin konsantrasyonudur. Bu amaçla, stok çözeltilerden seyreltme yoluyla BHT ve ZYÖ örneklerinin herbirinden dört farklı (0.25, 0.125, 0.0625 ve 0,03125 mg mL<sup>-1</sup>) konsantrasyonlarda çözeltiler elde edildi. Daha sonra, 3 mL antioksidan çözelti üzerine 1 mL 60 µM DPPH solüsyonu ilave edilerek iyice karıştırılmış ve 30 dk karanlıkta bırakılmıştır. Sonra, bir UV-spektrofotometresinde 517 nm'de absorbans ölçümü yapılarak DPPH giderme oranı eşitlik 3'e göre hesaplanmıştır. Kontrol örneği olarak sadece DPPH çözeltisi kullanılmıştır. Sonuçlar mg TE kg<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir.

$$DPPH (\%) = \left[ \frac{(Kontrol_{abs} - \text{Örnek}_{abs})}{Kontrol_{abs}} \right] \times 100 \quad (3)$$

Burada: Kontrol<sub>abs</sub> ve Örnek<sub>abs</sub>, sırasıyla kontrol ve örneğin absorbans değerini ifade etmektedir. Troloksa ait IC<sub>50</sub> değerinin hesaplanmasında bu bileşiğin farklı konsantrasyonlardaki (1, 0.5, 0,25, 0.125, 0.0625 mg mL<sup>-1</sup>) çözeltileri kullanılmıştır.

### *İstatistiksel analizler*

TBA ve PS analizlerinden elde edilen veriler arasındaki farkların önemi tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile belirlendi. Ortalamalar arasındaki farklar için çoklu karşılaştırma testi olarak Duncan testi uygulanmıştır. Ayrıca, TAK verileri arasındaki farkların önemi için ise bağımsız t testi yapılmıştır. İstatistiksel analizler SPSS paket programı (IBM SPSS Statistics 24 for Windows, IBM, New York, ABD) kullanılarak yapılmıştır.

### **Araştırma Bulguları ve Tartışma**

#### *Tereyağının TBA ve PS sonuçları*

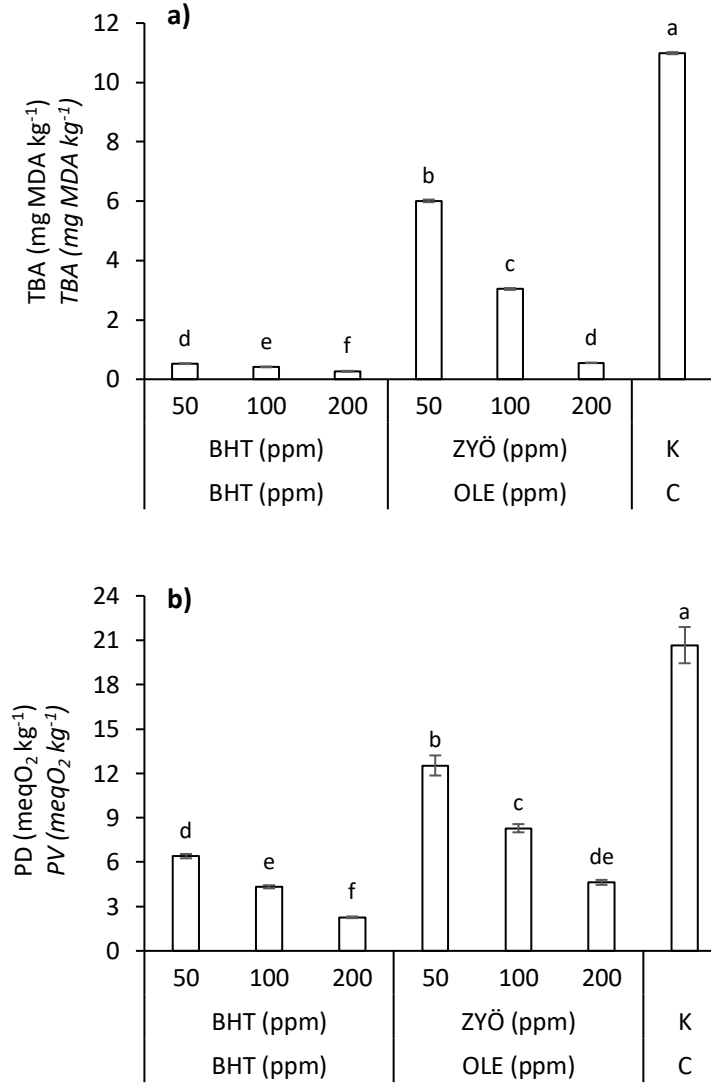
TBA reaktif bileşikler, lipit peroksidasyonunun yan ürünleri olarak oluşmakta ve gıdalardaki lipit oksidasyonu için bir belirteç olarak kullanılmaktadır (Zhang et al., 2016). Raf ömrü testi sonunda tereyağında belirlenen TBA ve PS ortalamaları Şekil 2'de gösterilmiştir. Kontrol örneğine göre, ZYÖ ve BHT'nin ilave edildiği tereyağı örneklerinde TBA ve PS'nin belirgin olarak daha düşük olduğu tespit edilmiştir (P<0.05). Ancak, 50, 100 ve 200 ppm konsantrasyonları için ZYÖ eklenmiş tereyağlarının TBA düzeylerinin BHT eklenmiş örneklere göre sırasıyla 11,33, 7,23 ve 2,03 kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir (P<0.05).

Öte yandan, tereyağına ilave edilen antioksidan maddelerdeki konsantrasyon artışı ile TBA değerlerindeki değişim incelendiğinde, ZYÖ konsantrasyonundaki artışın TBA değerinde kademeli olarak azalmaya neden olduğu görülmektedir (Şekil 2a). Nitekim, ZYÖ'nün tereyağındaki konsantrasyonunun 50'den 200 ppm seviyesine artırılması TBA değerini yaklaşık 11 kat düşürürken, BHT'nin aynı orandaki artışı için TBA değerini 1.96 kat azaltmıştır. Demirkaya (2013), piyasadan temin ettiği 50 farklı tereyağı örneğinin TBA düzeylerinin 0,078-0,236 mg MDA kg<sup>-1</sup> arasında olduğunu bulmuştur.

Tereyağının BHT ve ZYÖ içeriklerindeki artışa bağlı olarak PS değerinde meydana gelen azalma oranları her iki antioksidan için benzerlik göstermiştir (Şekil 2b). Ancak, aynı konsantrasyonlar için BHT, ZYÖ'ye göre tereyağının PS düzeyini daha fazla oranda düşürmüştür. Her üç farklı konsantrasyona ait ortalama PS, BHT ve ZYÖ için sırasıyla 4,33 ve 8,45 meqO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> olarak belirlenirken, kontrol örneğinde bu değer 20,67 meqO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir (P<0.05). Önceki çalışmalarda da tereyağına çeşitli bitkisel ürünler olarak çay özütü (Gramza-Michalowska ve ark. 2007), kurutulmuş limon (Maqbool ve ark., 2023) ve hurma çekirdeği tozu (Mansour ve Sindi, 2024) ilavesinin antioksidan etki gösterdiği rapor edilmektedir. ZYÖ veya diğer bitkilerin yağlarda TBA ve PS değerini düşürmeye dayalı antioksidan rolleri içeriklerindeki doğal antioksidanlardan

kaynaklanmaktadır. Zeytin yaprağında güçlü antioksidan etkiye sahip fenolik maddeler olarak oleuropein, ligstrosit ve bunlardan türetilen

hidroksitorosol, tirosol, oleokantal ve oleasein gibi bileşikler bulunmaktadır (Nikou ve ark., 2022).



Şekil 2. Tereyağının TBA (a) ve PS değerleri (BHT: Bütilenmiş hidroksitoluen, ZYÖ: Zeytin yaprağı özütü, K: Kontrol, TBA: Tiyobarbitürik asit, PS: Peroksit sayısı, MDA: Malondialdehit. <sup>a-f</sup> Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05))

Figure 2. TBA values (a) and PV (b) of butter (BHT: Butylated hydroxytoluene, OLE: Olive leaf extract, C: Control, TBA: Thiobarbituric acid, PV: Peroxide values, MDA: Malondialdehyde. <sup>a-f</sup>Differences between means shown with different letters in the same column were statistically significant (P<0.05))

### Ayçiçek yağının TBA ve PS sonuçları

Ayçiçek yağının TBA ve PS verileri Şekil 3'te verilmiştir. TBA değerleri, kontrol örneğine nazaran BHT ve ZYÖ eklenmiş ayçiçek yağlarında daha düşük bulunmuştur (P<0.05). 50 ppm BHT içeren ayçiçek yağındaki TBA miktarı 6,65 mg MDA kg<sup>-1</sup> iken, aynı konsantrasyonda ZYÖ içeren örneğin TBA düzeyinin bu değer yaklaşık yarısı (3,67 mg MDA kg<sup>-1</sup>) kadar olduğu tespit edilmiştir

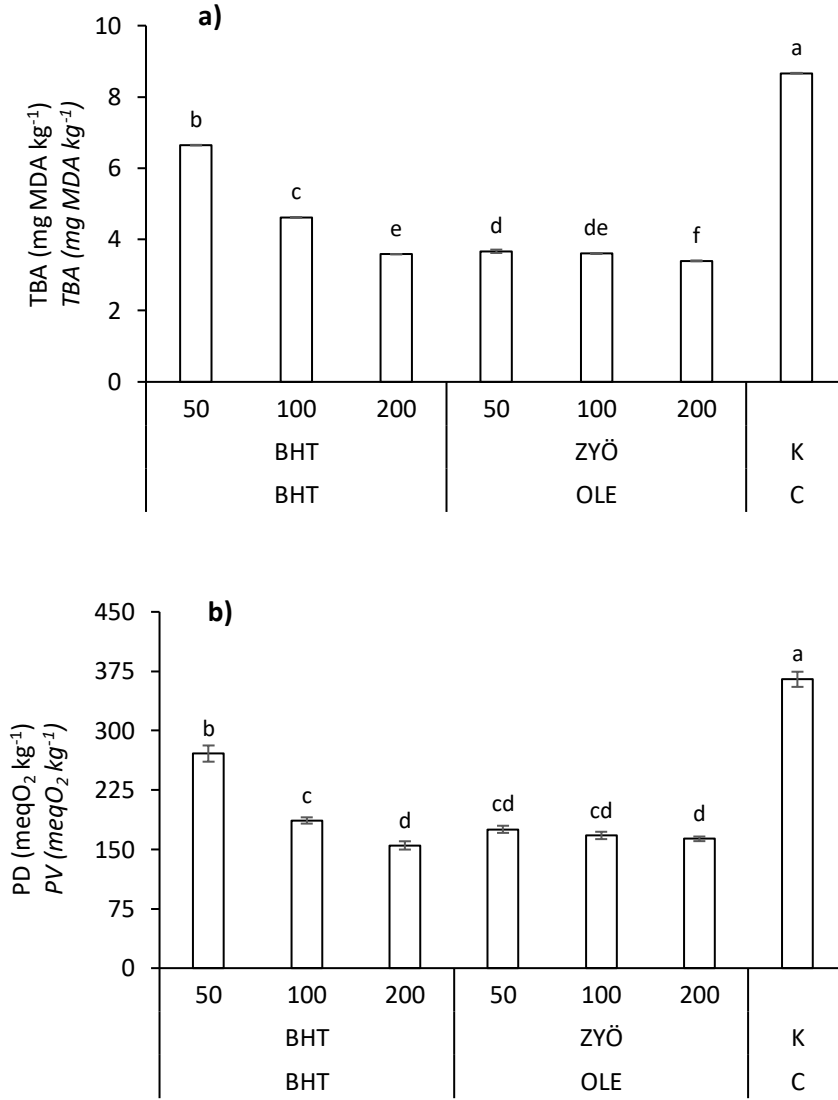
(P<0.05). Ancak, dikkate değer bir bulgu olarak,

BHT konsantrasyonundaki artışın ZYÖ'deki artışa oranla ayçiçek yağının TBA içeriğini daha yüksek oranda düşürdüğü belirlenmiştir. Örneğin, BHT konsantrasyonunun 50'den 200 ppm'e artırılması, ayçiçek yağındaki TBA değerini %46,2 oranında azaltırken (P<0.05), ZYÖ konsantrasyonundaki aynı artış, bu yağın TBA değerinde %7,4 oranında düşürmüştür (P<0.05) (Şekil 3a). Bu çalışmanın bulguları, Farag ve ark. (2007) tarafından bildirilen verilerle benzerlik göstermektedir. Bahsedilen araştırmacılar, 5 farklı konsantrasyonlarda (400-2400 ppm) polifenol içerecek şekilde zeytin yaprağı

suyu ilave edilmiş ve 25 saat kızartma işlemi ( $180\pm 5$  °C) gören ayçiçek yağındaki TBA içeriklerinin artan polifenol konsantrasyonuyla orantılı olarak azaldığını rapor etmektedirler.

Herhangi bir antioksidan ilave edilmeyen ayçiçek yağı örneğinin PS değerinin 50, 100 ve 200 ppm BHT eklenmiş örnekler göre sırasıyla 1,35, 1,95 ve 2,35 kat; aynı ZYÖ konsantrasyonları için ise sırasıyla 2,08, 2,18 ve 2,23 kat daha yüksek olmuştur. 50 ppm'lik konsantrasyonda BHT içeren

ayçiçek yağının hızlandırılmış raf ömrü testinin sonundaki PS düzeyi aynı konsantrasyonda ZYÖ içeren örneğe göre 1,55 kat daha yüksek bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Bununla beraber, BHT eklenmiş ayçiçek yağlarının PS değerinin artan konsantrasyona paralel olarak kademeli bir şekilde azalırken, ZYÖ'nun artan konsantrasyonları ayçiçek yağının PS değerinde daha düşük oranlarda azalmaya neden olmuştur (Şekil 3b).



Şekil 3. Ayçiçek yağının TBA (a) ve PS (b) değerleri (BHT: Bütilenmiş hidroksitoluen, ZYÖ: Zeytin yaprağı özütü, K: Kontrol, TBA: Tiyobarbitürik asit, PS: Peroksit sayısı, MDA: Malondialdehit. <sup>a-f</sup> Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır ( $P<0.05$ ))

Figure 3. TBA values (a) and PV (b) of sunflower oil (BHT: Butylated hydroxytoluene, OLE: Olive leaf extract, C: Control, TBA: Thiobarbituric acid, PV: Peroxide values, MDA: Malondialdehyde. <sup>a-f</sup> Differences between means shown with different letters in the same column were statistically significant ( $P<0.05$ ))

Birçok araştırmacı, bitki ekstraktlarının yağlarda antioksidan etki olarak PS düzeyini düşürebildiğini rapor etmektedir. Kontogianni ve Gerothanassis (2012), 200 ppm konsantrasyonlarda ZYÖ ilave

edilmiş ve 40 °C'de kapalı şişe içerisinde 200 saat süreyle karanlıkta oksidasyona maruz bırakılan ayçiçek yağı örneklerindeki PS değerlerini bu çalışmada elde edilen değerlerden daha düşük

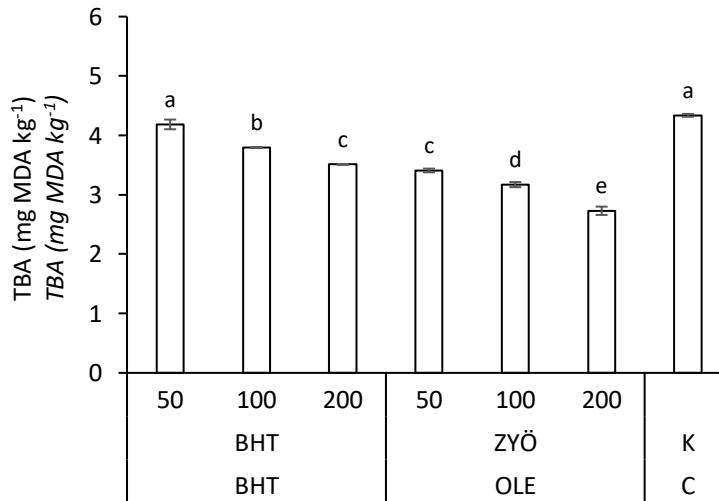
olarak 30-105 meqO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> aralığında bulmuştur. Bu farkın, ZYÖ üretiminde kullanılan çözücüler dahil olmak, uygulanan ekstraksiyon metodunun yanı sıra oksidasyon sırasındaki sıcaklık, süre ve ışık gibi koşulların farklılığından ileri geldiği tahmin edilmektedir. Guo ve ark. (2016), biberiye ekstresinin hem kızartma (180 °C) hem de hızlandırılmış depolama koşullarında (65 °C, 24 saat) palm yağında antioksidan etki gösterdiğini ve yapay antioksidanlar olarak BHA ve TBHQ'ye alternatif olabilecek etkiler gösterebildiğini tespit etmişlerdir. Diğer bir çalışmada, bu bitki özütünün soya yağı ve ayçiçek yağı karışımındaki antioksidan etkileriyle ilgili rolleri bildirilmektedir (Chammem ve ark., 2015). Bitkilerdeki fenolik bileşikler oksidasyonunun ilk aşamasında oluşan lipid radikaline bir hidrojen atomu vererek hidroksiperoksit oluşumunu engelleyebilmektedir (Farag ve ark., 2007).

#### Patates cipsinin TBA sonuçları

50 ppm konsantrasyonunda BHT içeren ayçiçek yağında kızartılmış cipslerin TBA değerinde (4,18 mg MDA kg<sup>-1</sup>) kontrol örneğine (4,34 mg MDA kg<sup>-1</sup>) göre anlamlı bir azalma meydana gelmemiştir (P>0.05). Buna karşın, aynı konsantrasyonda ZYÖ

ilave edilmiş ayçiçek yağında kızartılmış cips örneğinde (3,41 mg MDA kg<sup>-1</sup>), kontrol örneğine göre % 21,4 oranında daha az miktarda TBA oluşmuştur (P<0.05). 100 ve 200 ppm konsantrasyonları için de ZYÖ içeren patates cipslerinde TBA daha düşük oranlarda belirlenmiştir (P<0.05) (Şekil 4). Bu durum, ZYÖ'deki fenolik bileşikler ve/veya diğer antioksidan etkili bileşenlerin kızartma sırasında patates cipslerine geçişiyle ve buna bağlı olarak raf ömrü süresince de antioksidan etki gösterebilmesiyle ilişkilendirilmektedir (Orozco-Solano ve ark., 2011).

Jiménez ve ark. (2017), zeytin yaprağından etanol-su karışımını (1:1 v/v) çözücü olarak kullanarak elde ettiği özütün ayçiçek yağında kızartılan patateslerde antioksidan etki gösterdiğini ve buna bağlı olarak termal oksidasyonun diğer bir göstergesi olarak polar bileşiklerin oluşumunu engellediğini bulmuşlardır. Aynı çalışmada, karşılaştırma amacıyla gallik asit cinsinden zeytin yaprağı özütüyle aynı konsantrasyonda toplam fenolik madde içeren avokado yapraklarından elde edilen özütün ise örneklerde prooksidan etki gösterdiği bildirilmiştir'.



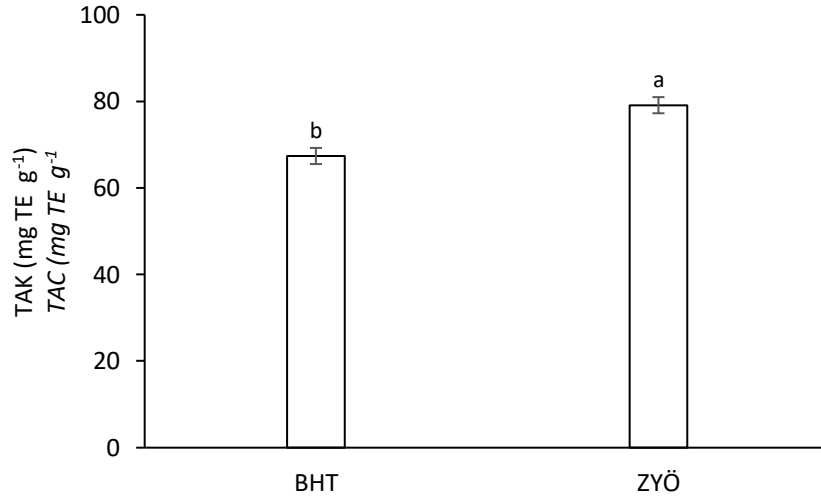
Şekil 4. Patates cipsinin TBA değerleri (BHT: Bütilenmiş hidroksitoluen, ZYÖ: Zeytin yaprağı özütü, K: Kontrol, TBA: Tiyobarbitürik asit, MDA: Malondialdehit. <sup>a-d</sup> Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05))

Figure 4. TBA values of potato chips (BHT: Butylated hydroxytoluene, OLE: Olive leaf extract, C: Control, TBA: Thiobarbituric acid, MDA: Malondialdehyde. <sup>a-d</sup>Differences between means shown with different letters in the same column were statistically significant (P<0.05))



kapasitesine göre tespit edilen TAK değerleri Şekil 5'te gösterilmiştir. BHT ve ZYÖ'nün TAK değerleri sırasıyla 67,39 ve 79,12 mg TE g<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (P<0.05). Bu bulgu, aynı içeriklerde kullanım durumunda zeytin yaprağındaki fenolik bileşiklerin BHT'ye göre daha yüksek antioksidan aktivite sergileyebileceğini göstermektedir. Başka bir çalışmada da farklı zeytin çeşitlerinin yapraklarından elde edilen özütlerin BHT'ye göre daha fazla oranda DPPH temizleme kapasitesileri

sergilediği belirlenmiştir (Ben Salah ve Abdelmelek, 2012). Bitkilerin antioksidan özellikleri, çoğunlukla polifenolik bileşiklerle beraber çeşitli pigmentler ve tokoferoller gibi doğal antioksidan maddelerden ileri gelmektedir. ZYÖ'nün görece olarak yüksek TAK değerinin daha çok oleuropein ve bundan türevleri olan sekoiridoitlerden ileri geldiği düşünülmektedir (Esposito ve ark., 2015).



Şekil 5. BHT ve ZYÖ'nün TAK değerleri (BHT: Bütilenmiş hidroksitoluen, ZYÖ: Zeytin yaprağı özütü, TAK: Toplam antioksidan kapasite, TE: Troloks eşedeğeri. <sup>a-b</sup>Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05))

Figure 5. TAC of BHT and OLE (BHT: Butylated hydroxytoluene, OLE: Olive leaf extract, TAC: Total antioxidant capacity, TE: Trolox equivalent. <sup>a-b</sup>Differences between means shown with different letters in the same column were statistically significant (P<0.05))

## Sonuçlar

Bu çalışmada, ZYÖ'nün tereyağı, ayçiçek yağı ve patates cipsindeki oksidasyona karşı etkileri araştırılmıştır. Çalışmada, karşılaştırma amacıyla bu gıdalarda bir sentetik antioksidan olarak BHT de kullanılmıştır. ZYÖ'nün, lipit oksidasyon göstergeleri olarak depolama sırasında tereyağındaki TBA ve PS düzeylerini düşürebildiği, artan kullanım dozuyla orantılı bir şekilde bu etkinin de arttığı ve tereyağında 200 ppm'lik bir içerikte kullanımı durumunda BHT ile yakın oranlarda antioksidan özellik sergileyebildiği saptanmıştır. Benzer şekilde, ayçiçek yağının kızartmaya dayalı ısıl işlemi sırasında veya hızlandırılmış raf ömrü testi sonrasında ZYÖ'nün TBA ve PS'yi düşürücü etki gösterdiği ve ilave edilen dozlar bakımından hem ayçiçek yağında

hem de patates cipslerinde BHT'ye göre daha fazla oranda TBA değeri düşürebildiği belirlenmiştir. Ayrıca, DPPH temizleme yeteneğine dayalı TAK değeri açısından ZYÖ'nün BHT'ye nazaran daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma, ZYÖ'nün yemeklik yağlarda oksidasyona dayalı bozulma reaksiyonlarının önlenmesinde veya yavaşlatılmasında BHT yerine kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

## Ekler

Bu çalışma, "2209/A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Desteği Programı" kapsamında TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir (Başvuru no 1919B012213902).

**Çıkar çatışması:** Yazarlar herhangi bir çıkar

çatışması olmadığını beyan ederler.

**Yazar Katkısı:** Yazarlar, araştırmanın tasarımı verilerin toplanması, analizi ve değerlendirilmesine; makalenin yazımı ve düzenlemelerinin yapılmasına eşit katkı sunmuşlardır.

## Kaynaklar

- Baccouri, B., Rajhi, I., Theresa, S., Najjar, Y., Mohamed, S. N., & Willenberg, I. (2022). The potential of wild olive leaves (*Olea europaea* L. subsp. *oleaster*) addition as a functional additive in olive oil production: the effects on bioactive and nutraceutical compounds using LC-ESI-QTOF/MS. *European Food Research and Technology*, 248(11), 2809–2823. <https://doi.org/10.1007/s00217-022-04091-y>
- Ben Salah, M., & Abdelmelek, H. (2012). Study of Phenolic Composition and Biological Activities Assessment of Olive Leaves from different Varieties Grown in Tunisia. *Medicinal Chemistry*, 2(5), 107–111 <https://doi.org/10.4172/2161-0444.1000124>
- Chammem, N., Saoudi, S., Sifaoui, I., Sifi, S., de Person, M., Abderraba, M., Moussa, F., & Hamdi, M. (2015). Improvement of vegetable oils quality in frying conditions by adding rosemary extract. *Industrial Crops and Products*, 74, 592–599. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.05.054>
- Çelik, Ş., Dođru, E., Yakar, Y., & Ünver, N. (2021). Zeytin yaprağı ilavesinin zeytinyağının bazı karakteristik özelliklerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(1), 72–85. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.744568>
- Demirkaya, A. (2013) Tereyağında Tiyobarbiturik Asit (TBA) Testi ile Lipid Oksidasyonunun Deđerlendirilmesi. *Atatürk University Journal of Veterinary Sciences*, 8(3), 237–240.
- Difonzo, G., Squeo, G., Pasqualone, A., Summo, C., Paradiso, V. M., & Caponio, F. (2021). The challenge of exploiting polyphenols from olive leaves: addition to foods to improve their shelf-life and nutritional value. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(8), 3099–3116. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10986>
- Esposito, S., Taticchi, A., Di Maio, I., Urbani, S., Veneziani, G., Selvaggini, R., Sordini, B., & Servili, M. (2015). Effect of an olive phenolic extract on the quality of vegetable oils during frying. *Food Chemistry*, 176, 184–192. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.12.036>
- Farag, R. S., Mahmoud, E. A., & Basuny, A. M. (2007). Use crude olive leaf juice as a natural antioxidant for the stability of sunflower oil during heating. *International Journal of Food Science & Technology*, 42(1), 107–115. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01374.x>
- Gramza-Michalowska, A., Korczak, J., Regula, J. (2007). Use of Plant Extracts in Summer and Winter Season Butter Oxidative Stability Improvement. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 16(1), 85–88.
- Guo, Q., Gao, S., Sun, Y., Gao, Y., Wang, X., & Zhang, Z. (2016). Antioxidant efficacy of rosemary ethanol extract in palm oil during frying and accelerated storage. *Industrial Crops and Products*, 94, 82–88. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.08.032>
- International olive council (IOC). Determination of Peroxide Value "COI/T.20/Doc. No 35/Rev.1 (2017), Eriřim adresi: <https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2019/11/Method-COI-T.20-Doc.-No-35-Rev.-1-2017.pdf>.
- Jiménez, P., García, P., Bustamante, A., Barriga, A., & Robert, P. (2017). Thermal stability of oils added with avocado (*Persea americana* cv. Hass) or olive (*Olea europaea* cv. Arbequina) leaf extracts during the French potatoes frying. *Food Chemistry*, 221, 123–129. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.051>
- Kamacı, S. (2021). Tereyağı eritme sıcaklığının şanlıurfa sadeyağının (urfa yağı) kalite özelliklerine olan etkisinin araştırılması (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, şanlıurfa.
- Kontogianni, V. G., & Gerathanassis, I. P. (2012). Phenolic compounds and antioxidant activity of olive leaf extracts. *Natural Product Research*, 26(2), 186–189. <https://doi.org/10.1080/14786419.2011.582842>
- Korkmaz, A. (2023). Characterization and Comparison of Extra Virgin Olive Oils of Turkish Olive Cultivars. *Molecules*, 28(3), 1483. <https://doi.org/10.3390/molecules28031483>
- Macit, A., & Kizil, M. (2022). Effect of olive leaf extract marination on heterocyclic aromatic amine formation in pan-fried salmon. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(9), 3908–3915. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11740>
- Mansour, A. W., & Sindi, H. A. (2024). Effects of Ajwa date seeds on the oxidative stability of butter. *Heliyon*, 10(2), e24717. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24717>
- Maqbool, Z., Tahir, H. S., Nadeem, M. T., Ahmad, R. S., Yasmin, A., Khalid, W., Asar, T. O., & Al-Sameen, M. A. (2023). Stability of Butter Using Spray Dried Sweet Lime Peel (SLP) Powder. *International Journal of Food Properties*, 26(1), 2627–2641. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2241659>
- Nikou, T., Sakavitsi, M. E., Kalampokis, E., & Halabalaki, M. (2022). Metabolism and Bioavailability of Olive Bioactive Constituents Based on In Vitro, In Vivo and Human Studies. *Nutrients*, 14(18), 3773. <https://doi.org/10.3390/nu14183773>
- Orozco-Solano, M. I., Priego-Capote, F., & Luque de Castro, M. D. (2011). Influence of Simulated Deep Frying on the Antioxidant Fraction of Vegetable Oils after Enrichment with Extracts from Olive Oil Pomace. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(18), 9806–9814. <https://doi.org/10.1021/jf2019159>
- Romojaro, A., Sanchez-Bel, P., Serrano, M., & Pretel, M. T. (2013). Wild Edible Plants as Potential Antioxidants in Vegetables Oils. *Journal of Chemistry*, 2013(1), 1–4. <https://doi.org/10.1155/2013/457902>
- Wu, G., Chang, C., Hong, C., Zhang, H., Huang, J., Jin, Q., & Wang, X. (2019). Phenolic compounds as stabilizers of oils and antioxidative mechanisms under frying conditions: A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*, 92, 33–45. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.043>
- Zhang, H., Tang, Z., Rasco, B., Tang, J., & Sablani, S. S. (2016). Shelf-life modeling of microwave-assisted thermal

sterilized mashed potato in polymeric pouches of different gas barrier properties. *Journal of Food*

*Engineering*, 183, 65–73.  
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.03.021>