

Atf İçin: Şengül, M., Aksoy, S., ve Karakütük İ. A. (2024). İnfüze Zeytin Yaprağı Çayının Bazı Fiziksel Özellikleri ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine İnfüzyon Sıcaklığı ve Partikül Büyüklüğünün Etkisi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(3), 1128-1143

To Cite: Şengül, M., Aksoy, S., & Karakütük İ. A. (2024). Effect of Infusion Temperature and Particle Size on Some Physical Properties and Antioxidant Activity of Infused Olive Leaf Tea. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 14(3), 1128-1143.

İnfüze Zeytin Yaprağı Çayının Bazı Fiziksel Özellikleri ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine İnfüzyon Sıcaklığı ve Partikül Büyüklüğünün Etkisi

Memnune ŞENGÜL¹, Sefa AKSOY^{2*}, İsa Arslan KARAKÜTÜK²

Öne Çıkanlar:

- Oda sıcaklığında infüze edilen çay örneklerinde toplam fenolik madde, DPPH[•] ve ABTS^{•+} değerleri en yüksek bulunmuştur
- En yüksek toplam fenolik madde, toplam flavanoid, DPPH[•], ABTS^{•+} ve FRAP sonuçları öğütülmüş çay örneklerinde tespit edilmiştir
- Bütün halde buzda infüze edilen zeytin yaprağı çayı örneklerinde toplam fenolik madde, toplam flavanoid ve antioksidan aktivite en düşük bulunmuştur

Anahtar Kelimeler:

- Zeytin yaprağı
- bitki çayı
- partikül büyüklüğü
- antioksidan aktivite
- toplam fenolik madde
- infüzyon sıcaklığı

Effect of Infusion Temperature and Particle Size on Some Physical Properties and Antioxidant Activity of Infused Olive Leaf Tea

Highlights:

- Total phenolic substance, DPPH and ABTS^{•+} values were found to be highest in tea samples infused at room temperature
- The highest total phenolic substance, total flavanoid, DPPH, ABTS^{•+} and FRAP results were detected in ground tea samples
- The lowest total phenolic substance, total flavanoid and antioxidant activity results were detected in olive leaf tea samples infused in cold drip

Keywords:

- Olive leaf,
- herbal tea,
- particle size,
- antioxidant activity,
- total phenolic content,
- infusion temperature

ÖZET:

Zeytin meyvesi yüzyıllardan beri farklı şekillerde işlenerek gıda olarak tüketilirken; yaprakları da terapötik etkileri nedeniyle kullanılmaktadır. Günümüzde sağlığa yararları açısından pek çok çalışmaya konu olan zeytin yaprağı, en yaygın çay olarak tüketilmektedir. Bu çalışmada partikül büyüklüğü ve farklı infüzyon sıcaklıklarının infüze çayın bazı fiziksel özellikleri, toplam fenolik madde (Folin-Ciocalteu yöntemi) ve flavonoid miktarı, antioksidan kapasitesi (ABTS^{•+}, DPPH, FRAP) ve duyuşsal özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Partikül büyüklüğü ve infüzyon yöntemleri, analiz edilen tüm özellikler üzerine istatistiksel olarak çok önemli seviyede (p<0.01) etkili olmuştur. Zeytin yapraklarının öğütülmesinin, infüzyonda L* ve b* değerlerini arttırdığı, a* değerini ise azalttığı tespit edilmiştir. İnfüze çayların toplam fenolik madde miktarlarının 128.87 ile 58.04 mg GAE/L arasında değiştiği, toplam flavonoid madde miktarının sıcak infüze çayda en yüksek (491.54 mg QE/L) olduğu tespit edilmiştir. Öğütülmüş yapraklardan infüze edilen çayların bütün halde infüze edilenlere göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip oldukları saptanmıştır. Duyuşsal değerlendirmede, bütün halde yapraklardan buzda ve oda sıcaklığında infüze edilen çayların genel kabul edilebilirlik puanlarının en yüksek oldukları belirlenmiştir.

ABSTRACT:

While olive fruit has been processed and consumed as food in different ways for centuries; Its leaves are also used for their therapeutic effects. Today, olive leaf, which has been the subject of many studies in terms of its health benefits, is most commonly consumed as tea. In this study, particle size and different infusion temperatures were used to determine some physical properties of infused tea, total phenolic substance (Folin-Ciocalteu method) and flavonoid amount, antioxidant capacity (ABTS^{•+}, DPPH, FRAP) and its effects on sensory properties were investigated. Particle size and infusion methods had a statistically significant effect on all analyzed properties (p<0.01). It has been determined that grinding olive leaves increases the L* and b* values and decreases the a* value in the infusion. It was determined that the total phenolic substance amounts of infused teas varied between 128.87 and 58.04 mg GAE/L, and the total flavonoid substance amount was highest in hot infused tea (491.54 mg QE/L). It has been determined that teas infused from ground leaves have higher antioxidant activity than those infused whole. In sensory evaluation, it was determined that the overall acceptability of teas infused from whole leaves on ice and at room temperature was highest.

¹Memnune ŞENGÜL (Orcid ID: 0000-0003-3909-2523), Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

^{2*}Sefa AKSOY (Orcid ID: 0000-0003-0849-8088), ²İsa Arslan KARAKÜTÜK (Orcid ID: 000-0002-0317-2882), (https://orcid.org/0000-0002-0317-2882), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Erzurum, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Sefa AKSOY, e-mail: sefa.aksoy14@ogr.atauni.edu.tr

Bu çalışma Sefa Aksoy'un Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Zeytin (*Olea europaea* L.), 27 tür, 600'e yakın varyetesi bulunan Oleaceae familyasının bir üyesi olup dünya üzerinde Akdeniz ikliminin yaygın olduğu, tropikal ve subtropikal iklimin görüldüğü bölgelerde yetişmektedir (Efe ve ark., 2011). Zeytin ağaçları dört mevsim yeşil yapraklı olup, yaprakların alt kısımları mat yeşil renkte iken üst kısımları açık yeşil renktedir. Genç zeytin ağaçlarında yapraklar daha küçük ve daha koyu renkte olabilmektedir. Zeytin yapraklarının boyutları sapsız halde yaklaşık 8-86 mm x 4-24 mm olabilmekte, ancak yaprak boyutları ve yaprak şekilleri zeytin çeşidine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Gürbüz ve Öğüt, 2018).

Zeytin yetiştiriciliğinde zeytin ağaçlarının budanması yaşam döngüsü açısından önemli ve gerekli bir işlemdir, bu işlem ağaca daha dayanıklı bir yapı kazandırmanın yanında hasadı kolaylaştırmakta ve üretimi dengelemektedir. Budama sonucunda toplanan atıklar (zeytin yaprağı, dal ve ince dallar) içerisinde zeytin yapraklarının toplam kuru ağırlığının %25'ini oluşturduğu tahmin edilmektedir (Espeso ve ark., 2021). Zeytin meyvelerinin hasadı ve budama aşamalarında yan ürün olarak ortaya çıkan zeytin yaprakları, zeytin işleme proseslerine gelen zeytin ağırlığının da yaklaşık %10'unu oluşturmaktadır (Talhoui ve ark., 2015). Üretilen her litre zeytinyağı için ise 6.23 kg budama atığı dal ve yaprak olduğu bildirilmiştir (Avraamides ve Fatta, 2008).

Genelde meyvesi ve yağından faydalanılmakta olan zeytin, antik çağlardan beri, barış, zafer ve sağlıklı yaşam gibi çeşitli sembolere konu olmuş bir bitkidir. Günümüzde zeytinin tüm kısımları hayatın her alanında kullanılmakta olup, çekirdeği ve yaprakları halk hekimliğinde önem arz etmektedir (Şekeroğlu ve Gezici, 2020). Pek çok kültürde hastalıkları tedavi amacıyla kullanılan, günümüzde çeşitli formlarda satışı bulunan zeytin yaprağı ve zeytin yaprağı içeren takviye edici ürünlerin diyabet, kronik yorgunluk, idrar yolu enfeksiyonları, kalp damar hastalıkları, soğuk algınlığı, yüksek tansiyon ile bağışıklık sistemini destekleyici etkileri olduğu bilinmektedir. Zeytin yaprağının sağlığa faydalı etkileri, fenoliklerden ve diğer antioksidan maddelerden kaynaklanmaktadır. Zeytin yaprağının içerdiği önemli fenolik bileşikler, ağaçların olgunluk derecesi, yetiştiği iklim ve toprak şartları ile depolama koşulları gibi etmenlere bağlı değişkenlik göstermektedirler (Arslan ve ark., 2021).

Fenolik bileşikler bitki metabolizmalarında bulunan sekonder ürünlerdir ve bitkiyi zararlı etkenlere karşı koruma görevi üstlenerek çeşitli böcek ve patojen saldırıları sırasında üretilmektedir. Çeşitli fenolik bileşiklerce zengin zeytin yaprağında tanımlanmış beş grup fenolik bileşen bulunmaktadır. Bunlar; oleuropeosidler (oleuropein ve verbaskozid), flavanoller (rutin), flavonlar (apigenin-7-glukozid, luteolin-7- glukozid, diosmetin-7-glukozid, luteolin ve diosmetin), flavan-3-oller (kateşin), ikame fenoller (vanilin, tirozol, hidroksitirozol, kaffeik asit ve vanillik asit) (Benavente-García ve ark., 2000).

Başta oleuropein olmak üzere polifenolik bileşiklerce zengin zeytin yaprağı, antiinflamatuvar, antimikrobiyal, antioksidan, antitrombotik, antiviral, hipokolesterolemik etkileri bulundurmakta ve bu çok yönlü aktiviteleri sayesinde ilaç sanayi, kozmetik sektörü, alternatif tıp ve beslenme destekleyici ürünler gibi pek çok alanda kullanılabilir (Rodrigues ve ark., 2015).

Bitki çaylarında bulunan yararlı biyoaktif bileşiklerin suya geçiş miktarında değişikliklere neden olmaları sebebiyle infüzyon (demleme) koşulları tüketiciler açısından önem arz etmektedir (Fibrianto ve Kinsky, 2020). Kullanılan bitki materyalinin miktarı, partikül büyüklüğü, infüzyonda kullanılan su miktarı ve sıcaklığı, infüzyon süresi, karıştırma işleminin olup olmaması, süt veya şeker ilavesine bağlı olarak bitkilerde bulunan biyolojik olarak aktif bileşiklerin suya geçiş miktarı değişebilmektedir (da Silveira ve ark., 2014).

Daha önce yapılan çalışmalarda, Büyükbacı ve El (2008) bazı bitki çaylarıyla yaptıkları çalışmada zeytin yaprağı çayının *in vitro* antidiyabetik, antioksidan ve fenol içeriklerini, Işık (2017) zeytin yapraklarının farklı yöntemler ile kurutulması sonucu elde edilen bitki çaylarının çeşitli biyoaktif özelliklerini, Germek ve ark., (2021) Hırvat zeytin yapraklarının sıcak (75 °C/3 dk-100 °C/3 dk) ve soğuk (25 °C / 30 dk) infüzyonlarının fenolik bileşimini incelemişlerdir. Değirmencioğlu ve ark., (2020) zeytin yaprağı ekstraktı ilaveli fonksiyonel kombucha çayı üretmişlerdir.

Bu çalışma, Türkiye’de zeytin ağaçlarının budama atıklarından olup sağlığa faydalı etkileri bilinen zeytin yapraklarından elde edilen infüze çayın bazı fiziksel özellikleri (renk, pH), toplam fenolik ve toplam flavonoid madde miktarları ile antioksidan aktivitesi ve duyuşal özellikleri üzerine partikül büyüklüğü (bütün ve öğütülmüş) ve dört farklı infüzyon sıcaklığının (kaynama sıcaklığı, oda sıcaklığı, buzdolabı sıcaklığı, buz ile demleme) etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Böylece bahsedilen özellikler açısından daha iyi bir çay eldesi için uygun partikül büyüklüğü ve infüzyon sıcaklığı belirlenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu araştırmada kullanılan zeytin yaprakları (*Olea europaea* L.) İzmir ili Menderes ilçesinde yetişen zeytin ağaçlarından 2023 yılı ocak ayında elle hasat edilmiştir. Zeytin yaprakları, oda sıcaklığında (25±2 °C) gölgede 10 günde kurutulmuşlardır. Kurutulmuş zeytin yaprakları bütün halde plastik buzdolabı poşetlerine koyularak öğütülünceye ve infüzyon yapıncaya kadar buzdolabında muhafaza edilmişlerdir. Çay yaprakları blender (Waring HGB2WTS3, USA) ile öğütülmüş ve ardından 0.45 mm çaplı çelik elekten elenmiştir. İnfüzyonlarda kullanılan bütün ve öğütülmüş zeytin yapraklarına ait görseller Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Kurutulmuş bütün (a) ve öğütülmüş (b) zeytin yaprakları

Metot

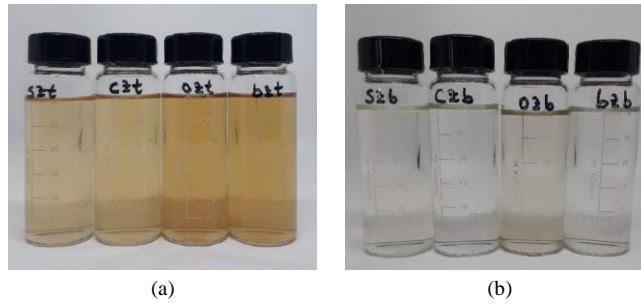
Çay İnfüzyonlarının Hazırlanması

Bütün veya öğütülmüş zeytin yaprakları infüzyonları Topdaş EF, (2022) tarafından belirtilmiş olan metot çeşitli modifikasyonlara uğratarak hazırlanmış ve infüzyon şartları Çizelge 1’de verilmiştir. Çay infüzyonlarının hazırlanması Sıcak ve soğuk infüzyonlarda, infüzyon süresi sonunda infüzyonlarda bulunan posa, kaba filtre kağıdı yardımıyla süzölmüş ve süzöntüye gerekli analizler uygulanmıştır.

Çizelge 1. Bütün veya öğütülmüş zeytin yapraklarından çay infüzyon şartları

İnfüzyon Yöntemi	Sıcaklık	Formülasyon	İnfüzyon Süresi
Sıcak İnfüzyon	90 °C	1 g zeytin yaprağı (bütün/öğütülmüş) + 200 mL saf su	5 dk
Soğuk İnfüzyon (Oda Sıcaklığı)	25±2 °C	1 g zeytin yaprağı (bütün/öğütülmüş) + 200 mL saf su	12 sa
Soğuk İnfüzyon (Buzdolabı Sıcaklığı)	4-6°C	1 g zeytin yaprağı (bütün/öğütülmüş) + 200 mL saf su	12 sa
Buz ile İnfüzyon/Soğuk Damlama	Başlangıç; 0 °C	1 g zeytin yaprağı (bütün/öğütülmüş) + 200 mL su-buz karışımı (%50/%50)	8 sa 1 damla/5 s

Buz ile demleme-soğuk damlama yöntemiyle çay eldesi için; laboratuvar ortamında bir soğuk damlama sistemi kurulmuştur. Bu sistemde erlenmayerler üzerine huniler konmuş ve huni içlerine uygun biçimde filtre kağıtları yerleştirilmiştir. Öğütülmüş ve bütün haldeki zeytin yapraklarından 1'er g tartılarak örnekler filtre kağıdı içerisine konulmuş, daha sonra damlama aşamasında suyun eşit dağılmasının sağlanması ve infüzyonun etkin geçişi için örneklerin üzerleri filtre kağıdı ile kaplanmıştır. Damlama sisteminin kurulumu için peristaltik pompa (Reglo MS-2/6, Ismatec, Germany) kullanılmış olup, cihaz 1 damla/5 s damlama sıklığı olacak şekilde ayarlanmıştır. Kullanılan su-buz karışımı ise %50 su / %50 buz olarak ayarlanmış olup cam beherlere bu karışım aktarılmış ardından damlama işlemi başlatılmıştır. Yaklaşık 8 saatlik süre sonunda damlama işlemi sonlanmış olup hazır hale gelen örnekler gerekli analizler uygulanmıştır.



Şekil 2. Öğütülmüş (a) ve bütün (b) halde çay yapraklarından elde edilen infüze örnekler

Renk ve pH Analizi

İnfüze çay örneklerinin pH değerleri pH-metre (OHAUS Starter 3100, USA) ile, (Cemeroğlu, 2010) renk değerleri CIE (L*, a*, b*) kolorimetre (Konica Minolta CR-400, Korea) cihazı ile (Zor ve Şengül, 2022) ölçülmüş, C* (Chroma, renk yoğunluğu) ve H° (Heu açısı, renk tonu) değerleri a* ve b* değerlerinden yararlanılarak aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (1)$$

$$H^\circ = \arctan(b^*/a^*) \quad (2)$$

Toplam Fenolik Madde (TFM), Toplam Flavanoid (TF) ve Antioksidan Aktivite Tayini

Bu araştırmada analiz edilen örnekler sıvı ve berrak olduğu için ekstraksiyon yapılmadan doğrudan toplam fenolik madde, toplam flavanoid madde ve antioksidan aktivite (DPPH, ABTS⁺, FRAP) analizleri yapılmıştır.

Toplam Fenolik Madde Tayini

İnfüze çay örneklerinin toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu yöntemi ile belirlenmiştir (Meda ve ark., 2005; Karakütük ve ark., 2023). Analiz aşamasında ilk olarak cam tüplere 100 µl örnek ilave edilmiş ardından 2.5 mL 0.2 N Folin-Ciocalteu çözeltisi eklenerek tüpler vortex (Heidolph Reax Top, D-91126 Schwabach, Germany) yardımıyla vortekslenmiştir. 3 dakika bekleme süresinin ardından 2 mL % 7.5' luk Na₂CO₃ eklenerek tüpler yeniden vortekslenmiştir. Örnekler, karanlık ortamda ve oda sıcaklığında 2 saat bekletildikten sonra, köre karşı 760 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Örneklerin toplam fenolik madde miktarları tespiti yapılırken gallik asit standardı ile hazırlanmış kalibrasyon eğrisi kullanılmıştır. Sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (mg GAE/L) cinsinden verilmiştir.

Toplam Flavanoid Tayini

İnfüze çay örneklerinin toplam flavanoid miktarını belirlemek amacıyla spektrofotometrik yöntem uygulanmıştır. Örneklerin kendisinden 0.25 mL alınmış üzerine 1.25 mL damıtık su ilave edilmiştir.

Ardından 0.075 mL 0.05 g/mL'lık NaNO₂ ilave edilmiş ve vortekslenerek 6 dakika bekletilmiştir. Daha sonra 0.15 mL 0.1 g/mL'lık AlCl₃·6H₂O ilave edilerek vortekslenmiş ve 5 dakika bekletilmiştir. Son olarak 0.5 mL 1 mol/L'lık NaOH ilave edilmiş ve vorteks ile karıştırılarak 15 dakika boyunca inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda örnek absorpsansları spektrofotometrede (PG Instruments T60V, UK) 510 nm dalga boyunda okunmuştur. Örneklerin toplam flavanoid madde miktarları belirlenirken quercetin ile hazırlanan kalibrasyon eğrisi kullanılmış ve sonuçlar quercetin eşdeğeri (mg QE/L) olarak ifade edilmiştir (Koçak ve ark., 2018).

DPPH Serbest Radikali Giderme Aktivitesi

İnfüze çay örneklerinin DPPH radikali süpürme aktivitesi analizi için örneklerden 10, 20, 30 µg/ml alınmış ardından etanol ile 2 mL'ye tamamlanmıştır. Etanol ilavesi ile 2 mL hacime tamamlanan örnekler üzerine 500 µl DPPH çözeltisi ilave edilerek vorteks ile homojen karışım sağlanıncaya kadar karıştırılmış ve 30 dakika süreyle karanlık bir ortamda oda sıcaklığında inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda örneklerin absorpsansları spektrofotometre cihazında 517 nm dalga boyunda okunmuştur (Popović ve ark., 2012). Örneklerin % inhibisyon değerleri hesaplanırken absorpsans değerlerinden yararlanılarak aşağıdaki formülasyon kullanılmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = [(A_{\text{DPPH}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{DPPH}}] \times 100 \quad (3)$$

A_{DPPH} = DPPH şahit örneğinin absorpsans değeri

$A_{\text{örnek}}$ = Örneğin absorpsans değeri

İnhibisyon değerleri ve örnek hacimleri bir grafiğe aktarılarak lineer regrasyon analizi uygulanmış ve örneklere ilişkin eğri ve eşitlik tespit edilmiştir. Bu eşitlik sayesinde IC₅₀ (radikalin %50'sini inhibe eden konsantrasyon) değeri hesaplanmıştır (Zor ve ark., 2022).

ABTS^{•+} Radikali Giderme Aktivitesi

İnfüze çay örneklerinin ABTS^{•+} (2,2'-Azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit)) radikali giderme aktivitesi analizi için saf su ile 2 mM konsantrasyonda hazırlanan ABTS^{•+} çözeltisine 2.45 nM potasyum persülfat çözeltisi ilave edilerek karanlık ortamda 16 saat bekletilerek hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltinin absorpsans değeri spektrofotometre cihazında 734 nm dalga boyunda ölçülerek 700±25 olacak şekilde seyreltilmiştir. Örneklerden 10-50 µl/mL alınıp toplam hacim 2 mL'ye tamamlanacak şekilde ABTS^{•+} radikali ilave edilmiştir ardından vorteks ile homojen olacak biçimde karıştırılıp karanlık bir ortamda 6 dakika inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda örneklerin absorpsans değerleri 734 nm dalga boyunda okunmuştur (Zor ve ark., 2023).

$$\text{ABTS}^{\bullet+} \text{ İnhibisyonu (\%)} = [(A_{\text{ABTS}^{\bullet+}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{ABTS}^{\bullet+}}] \times 100 \quad (4)$$

$A_{\text{ABTS}^{\bullet+}}$ = ABTS^{•+} çözeltisinin absorpsans değeri

$A_{\text{örnek}}$ = Örneğin absorpsans değeri

IC₅₀ değeri örnek hacimlerine karşı inhibisyon değerlerinin bir grafiğe aktarılması ardından lineer regrasyon analizi uygulanması ile elde edilen eğri ve eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

FRAP

İnfüze çay örneklerinin antioksidan aktivitesinin FRAP yöntemiyle tespit edilmesinde Koçak ve ark., (2018)'nin kullanmış olduğu metot çeşitli modifikasyonlara uğratarak uygulanmıştır. Bu analiz kullanılacak olan radikalde bulunan Fe (TPTZ)³⁺ karışımındaki Fe³⁺ iyonlarının asidik ortam şartlarında mavi renkli Fe (TPTZ)²⁺ kompleksine indirgenmesi esasına dayanmaktadır (Koçak ve ark., 2018).

Analizde kullanılacak FRAP reaktifi hazırlanırken, 1 L'lik balon içerisinde 3.1 g sodium asetat + 16 mL asetik asit olacak şekilde bir asetat tamponu (pH 3.6) hazırlanmış, 0.156 g TPTZ (2,4,6-tripirydril-s-triazine) 50 mL etanol içerisinde çözündürülmüş ve 100 mL'lik balon içerisinde 0.5404 g $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ + 2 mL HCl (%37 m/m) olacak şekilde hazırlanmıştır. Daha sonra sırasıyla birinci çözeltilerden 80 mL, ikinci çözeltilerden 8 mL ve üçüncü çözeltilerden 8 mL eklenerek karıştırılmıştır. 0.1 mL örnek üzerine 0.9 mL FRAP reaktifi eklenerek vorteksleme işlemi yapılmış ardından 4 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda 593 nm dalga boyunda absorbans değerleri ölçülmüştür. Absorbans değerlerinin hesaplaması yapılırken Troloksun farklı konsantrasyonları (5-25 μM) kullanılarak hazırlanmış olan kalibrasyon eğrisi kullanılmıştır. Sonuçlar μM TE/mL cinsinden verilmiştir.

Duyusal Analiz

İnfüze çay örneklerinin duyuşal değerlendirmeleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde, bölümün yarı uzman lisansüstü öğrencileri ve öğretim üyeleri tarafından yapılmış olup, panelistlerin örnekleri görünüş, renk, koku, ağızda bıraktığı his, lezzet ve genel kabul edilebilirlik parametrelerince değerlendirmeleri sağlanmıştır. Çay örneklerinin duyuşal kalite karakteristiklerinin tespitinde hedonik tip skala kullanılmış ve değerlendirme puanları 1 (en düşük), 9 (en yüksek) olmak üzere sıralanarak belirlenmiştir. Şeffaf bardaklara konulan çay numuneleri rastgele üç haneli kodlarla tanımlanmış ve karışık bir sırayla sunulmuştur (Zhang ve ark., 2021). Duyusal değerlendirme sonuçları her parametrenin ortalaması alınarak yorumlanmıştır.

İstatistik Analizi

İstatistiksel analiz SPSS 20.0 programı kullanılarak yapılmıştır. Veriler varyans analizine tabi tutulmuş ve korelasyon testi uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunda önemli çıkan farklılıklar için ANOVA Çoklu Karşılaştırma testlerinden Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır. Sonuçlar \pm standart sapma olarak verilmiş ve $p < 0.05$ ve $p < 0.01$ seviyesindeki tüm değerler anlamlı kabul edilmiştir. Ayrıca örnekler arasındaki benzerlik ve farklılıkların belirlenmesini kolaylaştırmak amacıyla verilere temel bileşen analizi (PCA) uygulanmıştır (SIMCA-P + 14.1, UMETRICS).

BULGULAR VE TARTIŞMA

İnfüze çay örneklerinin renk ve pH değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Farklı infüzyon yöntemi ve partikül büyüklüğü, infüze çayların L^* , a^* , b^* , C^* ve H° değerleri üzerine istatistiki olarak $p < 0.01$ seviyesinde etkili olmuştur. Oda sıcaklığında, buzdolabı sıcaklığında ve buzda infüze edilmiş çay örneklerinin L^* değerinin birbirine benzer (62.02 ± 1.66 - 61.77 ± 1.49 - 61.86 ± 2.67) ve sıcak infüzyon ile elde edilen çaylardan daha düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

L^* değeri Lightness (parlaklık) ölçütü olarak değerlendirilmekte ve siyah (0) - beyaz (100) olarak ifade edilmektedir. Sıcak infüzyonda diğer yöntemlere göre infüzyon sıcaklığı daha yüksek olmasına rağmen, süre daha kısa olduğu için çay demine renk maddelerinin daha az geçtiği ve bu yüzden rengin daha açık olduğu söylenebilir. Buna göre sıcak infüzyon ile elde edilen çayların diğerlerine göre daha açık renkli olduğu görülmektedir. Benzer şekilde sarı rengin göstergesi olan b^* değerinin de sıcak infüze edilmiş çaylarda en düşük, buzda infüze edilmiş çay örneklerinde ise en yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Bu durum soğukta renk maddelerinin daha iyi korunmasından kaynaklanabilir. Çizelge 2'de de görüldüğü gibi L^* değeri ile b^* değeri arasında negatif korelasyon ($r = -0.97$) mevcuttur (Şekil 5). Örneklerin a^* değerinin çok düşük olduğu, sıcakta infüze edilen örneklerin en yüksek a^* değerine (0.13 ± 0.41) sahip olduğu, yani rengin kırmızılık düzeyinin fazla olduğu olduğu belirlenmiştir.

Renk yoğunluğunu ifade eden C^* değeri en düşük sıcak infüzyon yönteminde (2.30 ± 0.97) tespit edilmiştir. H° değeri buzda infüzyon yönteminde en düşük (191.37 ± 107.90) belirlenmiş olup, sıcakta

İnfüze Zeytin Yaprağı Çayının Bazı Fiziksel Özellikleri ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine İnfüzyon Sıcaklığı ve Partikül Büyüklüğünün Etkisi

İnfüze edilmiş, oda sıcaklığında ve buzdolabı sıcaklığında infüze edilmiş çay örneklerinde birbirine benzer şekilde (192.75 ± 107.73 - 192.56 ± 108.34 - 192.38 ± 108.43) tespit edilmiştir.

Partikül büyüklüğü öğütülmüş halde infüze edilen örneklerin L* değerinde bütün halde infüze edilen örneklerle göre azalmaya neden olmuştur (Çizelge 2). Öğütülmüş yapraklardan renk maddeleri geçişi daha kolay olduğu için, infüze edilen çayların renginin daha koyu olmasına neden olmuştur. Stamatopoulos ve ark., (2013) tarafından yapılmış olan bir çalışmada da elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde zeytin yaprağında partikül büyüklüğü azaldıkça demlenmiş çayda renk maddeleri geçişinin arttığı ve rengin koyulaştığı görülmüştür. Çizelge 2 incelendiğinde öğütülmüş yapraklardan infüze edilen çayların a* değeri -0.42 ± 0.11 , b* değeri 7.09 ± 2.49 olarak tespit edilmiş, yani bu çaylarda renk geçişinin fazla, yeşil ve sarı rengin daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. C* değeri öğütülmüş yapraklardan infüze edilen çaylarda 7.10 ± 2.49 olarak tespit edilmiş ve renk yoğunluklarının daha fazla olduğu belirlenmiştir. H° değeri ise bütün yapraklardan infüze edilen çaylarda daha yüksek olduğu 290.94 ± 0.78 belirlenmiştir. Öğütme işlemi, renk maddelerinin geçişini artırmıştır (Zor ve ark., 2023).

Çizelge 2. İnfüze çayların renk ve pH değerleri

İnfüzyon (İS)	Sıcaklığı	L*	a*	b*	C*	H°	pH
Sıcak (90°C)		62.59 ± 1.41^a	0.13 ± 0.41^a	0.92 ± 2.46^d	2.30 ± 0.97^d	192.75 ± 107.73^a	6.28 ± 0.16^a
Oda (25±2 °C)		62.02 ± 1.66^b	0.01 ± 0.59^c	3.45 ± 5.31^b	4.91 ± 3.74^b	192.56 ± 108.34^a	5.30 ± 0.62^c
Buzdolabı (4-6 °C)		61.77 ± 1.49^b	0.11 ± 0.60^b	2.88 ± 4.98^c	4.61 ± 3.09^c	192.38 ± 108.43^a	5.20 ± 0.52^d
Buz (Başlangıç 0 °C)		61.86 ± 2.67^b	0.10 ± 0.63^b	3.81 ± 6.20^a	5.73 ± 4.11^a	191.37 ± 107.90^b	5.70 ± 0.64^b
Önem Seviyesi		**	**	**	**	**	**
Partikül Büyüklüğü (PB)							
Bütün		63.70 ± 0.50^a	0.59 ± 0.07^a	-1.56 ± 0.23^b	1.67 ± 0.24^b	290.94 ± 0.78^a	6.06 ± 0.33^a
Öğütülmüş		60.42 ± 0.71^b	-0.42 ± 0.11^b	7.09 ± 2.49^a	7.10 ± 2.49^a	93.58 ± 0.59^b	5.18 ± 0.60^b
Önem Seviyesi		**	**	**	**	**	**
İS X PB		**	**	**	**	*	**

Aynı sütunda bulunan farklı ^{a-d} simgeleri ortalamaların önemli ölçüde farklı olduğunu göstermektedir (p<0.01); **p<0.01.

pH

İnfüze çay örneklerinin pH değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Demleme yöntemi ve partikül büyüklüğü infüze çayların pH değerleri üzerine istatistiki olarak p<0.01 seviyesinde etkili olmuştur. Sıcak infüzyon yöntemiyle infüze edilen çaylarda pH değeri en yüksek (6.28 ± 0.16) olarak belirlenmiştir. Buzda infüze edilen çaylarda pH 5.70 ± 0.64 oda sıcaklığında infüze edilen çaylarda 5.30 ± 0.62 olarak tespit edilirken en düşük pH değeri buzdolabı sıcaklığında infüze edilen örneklerde 5.20 ± 0.52 olarak tespit edilmiştir.

Partikül büyüklüğü örneklerin pH değeri üzerine istatistiki olarak çok önemli seviyede (p<0.01) etkili olmuştur. Öğütme işlemi, infüzyonda pH değerinin artışına neden olmuştur. Bu durum, öğütülen çay yapraklarından infüzyon sırasında daha fazla madde geçişi olduğunu, deme geçen maddelerin de asitliği artırarak pH değerini düşürdüğünü göstermektedir (Çizelge 2).

İnfüze çay örneklerinin toplam fenolik madde ve toplam flavonoid miktarları Tablo 3’de verilmiştir. İnfüzyon yöntemi ve partikül büyüklüğü, infüze çayların antioksidan aktiviteleri (DPPH, ABTS⁺, FRAP) üzerine istatistiki olarak çok önemli (p<0.01) seviyede etkili olmuştur. Bu durum partikül büyüklüklerinin değişmesi ve farklı infüzyon yöntemlerinde kullanılan sıcaklık ve süre parametrelerine bağlı olarak materyal içerisinde bulunan biyoaktif bileşiklerin geçiş miktarının değişkenlik göstermesiyle ilişkilendirilebilir.

Çizelge 3. İnfüze Çayların Toplam Fenolik Madde, Toplam Flavanoid ve Antioksidan Aktiviteleri

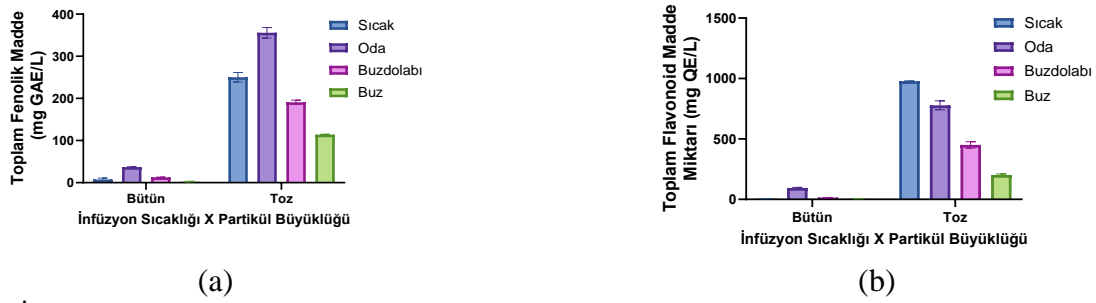
İnfüzyon Sıcaklığı (İS)	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/L)	Toplam Flavanoid (mg QE/L)	DPPH, IC ₅₀ (µl/ml)	ABTS ⁺ , IC ₅₀ (µl/ml)	FRAP, % (mM TE/ml)
Sıcak (90°C)	128.87±133.14 ^b	491.54±532.40 ^a	378.84±396.21 ^b	66.12±67.84 ^b	678.73±729.19 ^a
Oda (25±2 °C)	196.29±174.84 ^a	436.44±375.41 ^b	79.37±51.68 ^c	35.82±22.07 ^c	379.71±251.71 ^b
Buzdolabı (4-6 °C)	101.58±97.80 ^c	232.58±239.19 ^c	292.63±286.54 ^b	60.27±50.11 ^b	362.99±350.94 ^b
Buz (Başlangıç 0 °C)	58.04±61.19 ^d	103.22±108.58 ^d	1612.95±1712.27 ^a	186.01±176.44 ^a	203.77±217.49 ^c
Önem Seviyesi	**	**	**	**	**
Partikül Büyüklüğü (PB)					
Bütün	14.73±13.94 ^b	29.73±39.30 ^b	1144.16±1248.98 ^a	159.15±116.67 ^a	53.44±61.64 ^b
Öğütülmüş	227.67±92.57 ^a	602.16±311.77 ^a	37.73±20.21 ^b	14.97±7.55 ^b	759.16±369.83 ^a
Önem Seviyesi	**	**	**	**	**
İS X PB	**	**	**	**	**

Aynı sütunda bulunan farklı ^{a-d} simgeleri ortalamaların önemli ölçüde farklı olduğunu göstermektedir (p<0.01); **p<0.01.

Toplam Fenolik Madde ve Toplam Flavanoid Miktarları

İnfüze çay örneklerinde en yüksek toplam fenolik madde içeriğinin oda sıcaklığında infüze edilmiş çaylarda (196.29±174.84 mg GAE/L), en düşük (58.04±61.19 mg GAE/L) ise buz ile infüzyon yöntemiyle elde edilen çaylarda bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3, Şekil 3 a). Bu durumda fenolik madde geçişinin en iyi oda sıcaklığında olduğu, buzdolabı sıcaklığı ve buzda infüzyonda ise TFM geçişinin daha düşük olduğu söylenebilir. Sıcak infüzyonda ise TFM miktarı geçişi buzdolabı ve buzda infüzyona göre daha iyi olmuştur. Fakat sıcak infüzyonda sürenin daha kısa olmasından ve fenolik maddelerde yüksek infüzyon sıcaklığında parçalanma olasılığından dolayı oda sıcaklığına göre daha düşük miktarda TFM geçişi olduğu söylenebilir. Damiani ve ark., (2014) yaptıkları bir çalışmada soğuk demleme (25 °C/30 dk) ile hazırlanan örneklerin fenolik madde içeriğinin sıcak demleme (75 °C/3 dk ve 100 °C/3 dk) ile hazırlanan örneklerle kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışmada sıcak infüzyona kıyasla daha düşük sıcaklık olan oda sıcaklığında infüzyon yönteminde en yüksek toplam fenolik madde miktarı belirlenmiştir (Çizelge 3, Şekil 3 a). Buna göre yaptığımız araştırmada elde edilen sonuçlar Damiani ve ark., (2014)'nin tespit ettiği sonuçlarla benzerlik göstermiştir.

İnfüze çay örneklerinde bulunan toplam flavonoid miktarı en yüksek (491.54±532.40 mg QE/L) sıcak demleme yöntemi ile elde edilen çay örneklerinde tespit edilmiştir. İnfüzyon sıcaklığı düştükçe, çayların toplam flavonoid miktarı da düşmüş, yani infüzyon sıcaklığı azaldıkça flavonoid geçişi azalmıştır (Çizelge 3). Debib ve Boukhatem (2017), yapmış oldukları bir çalışmada zeytin yapraklarını oda sıcaklığında 24 saat boyunca su ile bekleterek elde ettikleri ekstraksiyon sonucunda örneklerin toplam fenolik madde miktarını kuru ağırlıkta 10.5 mg GAE/g olarak tespit etmişlerdir. Abaza ve ark., (2011) yaptıkları çalışmada kurutulmuş zeytin yaprağının oda sıcaklığı koşullarında 24 saat süre ile hazırlanan su ekstraksiyonu sonucunda yaprakta bulunan toplam fenolik madde miktarını 16.52 mg GAE/g olarak, toplam flavonoid içeriğini ise 6.23 mg CE/g olarak belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde içeriklerinin geniş bir skalada farklı değer aralıklarında bulunabileceği tespit edilmiştir. Bu farklılıkların ekstraksiyon çözücüsü, yaprak çeşidi, hasat dönemi, ağaç cinsi ve yaşı, uygulanan yöntem ve teknolojilerin farklı olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 3. İnfüze çayların infüzyon sıcaklığı x partikül büyüklüğüne göre toplam fenolik madde miktarı (a) ve toplam flavonoid madde miktarı (b)

Çizelge 3, Şekil 3a ve Şekil 3b incelendiğinde, bütün haldeki yaprakların infüzyonuyla elde edilen çayların TFM ve TF içeriklerinin öğütülmüş çaylardan elde edilenlere göre çok düşük olduğu görülmektedir. Coşkun (2022) tarafından rapor edilen çalışmada öğütme işlemi, bitki materyalleri içeriğinde bulunan biyolojik aktif bileşiklerin ekstraksiyon aşamasında daha hızlı ve kolay geçişini sağladığı belirtilmiştir.

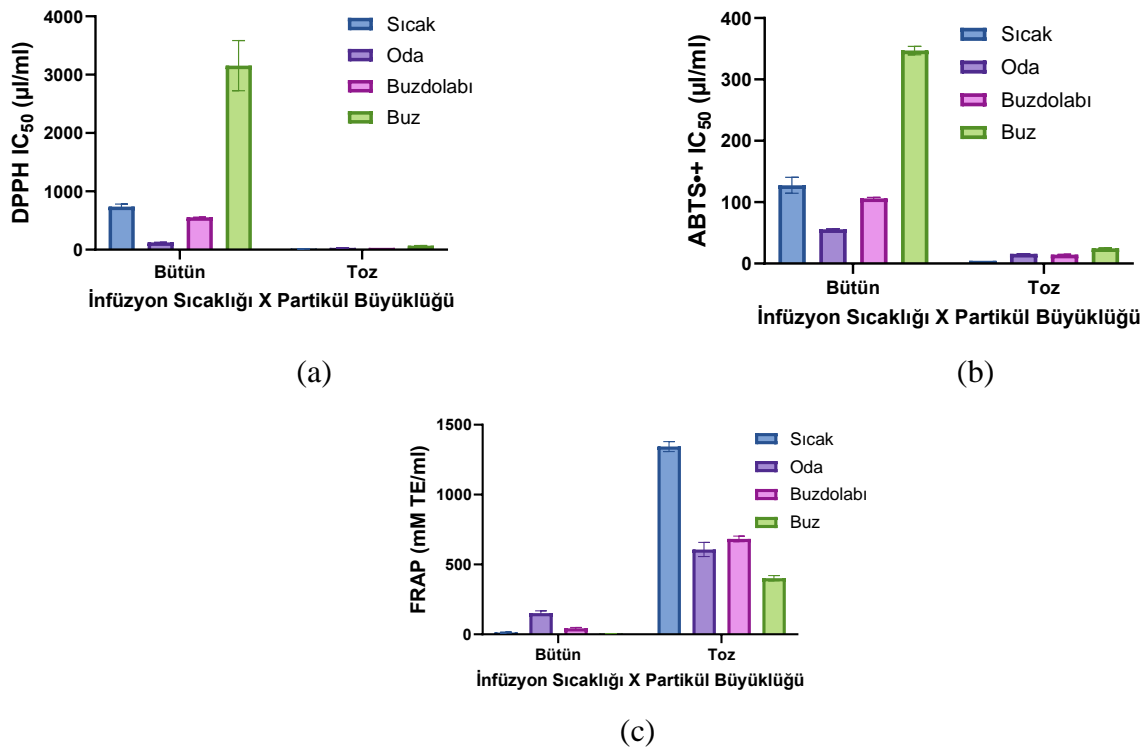
Antioksidan Aktivite

Zeytin yaprağı çayı örneklerinin DPPH, ABTS⁺, FRAP yöntemleri ile belirlenen antioksidan aktiviteleri Çizelge 3 ve Şekil 4’de verilmiştir. İnfüze çayların antioksidan aktivitelerinin (DPPH ve ABTS⁺ IC₅₀ değerleri) infüzyon sıcaklığına göre istatistiki olarak p<0.01 seviyesinde çok önemli olduğu belirlenmiştir. En düşük DPPH IC₅₀ ve ABTS⁺ IC₅₀ değerleri oda sıcaklığında infüzyon yöntemi ile elde edilen çaylarda, en yüksek ise buzda infüzyonda tespit edilmiştir. IC₅₀ değeri ile antioksidan aktivite ters orantılı olduğu için (Pourmorad ve ark., 2006), bu durumda oda sıcaklığında infüze edilen çayların antioksidan aktivitesinin en yüksek, buzda infüze edilen çayların antioksidan aktivitesinin ise en düşük olduğu söylenebilir. Buzdolabı sıcaklığında infüze edilmiş çay örneklerinin sıcak infüzyon ve buzda infüzyona kıyasla daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 3, Şekil 4). DPPH ve ABTS⁺ IC₅₀ değerleri arasında p<0.01 seviyesinde pozitif korelasyon (r= 0.99) tespit edilmiştir (Şekil 4). Damiani ve ark., (2014) yaptıkları bir çalışmada beyaz çay örneklerinde soğuk ve sıcak demleme yöntemlerinin antioksidan aktivite üzerine etkisini incelemiş ve soğuk demlenmiş çay örneklerinin antioksidan aktivitelerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

DPPH (79.37±51.68 µl/mL) ve ABTS⁺ (35.82±22.07 µl/mL) yöntemlerinde en yüksek antioksidan aktivite oda sıcaklığında infüze edilen çaylarda belirlenmiş, bunu buzdolabı, sıcak ve buzda infüzyon takip etmiştir. Sıcak infüzyonda hem sürenin kısa olması hem de yüksek sıcaklıkta antioksidan maddelerin parçalanmış olması nedeniyle antioksidan aktivitenin düşük olduğu düşünülmektedir. Buz da ise düşük sıcaklık nedeniyle, antioksidan maddeler infüzyona az geçmiş olabilir. FRAP yönteminde ise sıcak infüzyonla elde edilen çaylarda (678.73±73 mM TE/mL) en yüksek antioksidan aktivite tespit edilmiş ve infüzyon sıcaklığı düştükçe, antioksidan aktivite azalmıştır (Çizelge 3, Şekil 4). Aynı şekilde, TF miktarları da düşmüş, yani infüzyon sıcaklığı azaldıkça toplam flavonoid geçişi azalmıştır (Çizelge 3). Korelasyon değerleri incelendiğinde de FRAP antioksidan aktivitesi ile TF arasında p<0.01 seviyesinde pozitif korelasyon (r= 0.94) tespit edilmiştir (Şekil 5). Bu durum, antioksidan aktivite gösteren fenolik bileşiklerin miktarı arttıkça antioksidan aktivite miktarının artış göstermesinden kaynaklanabilmektedir.

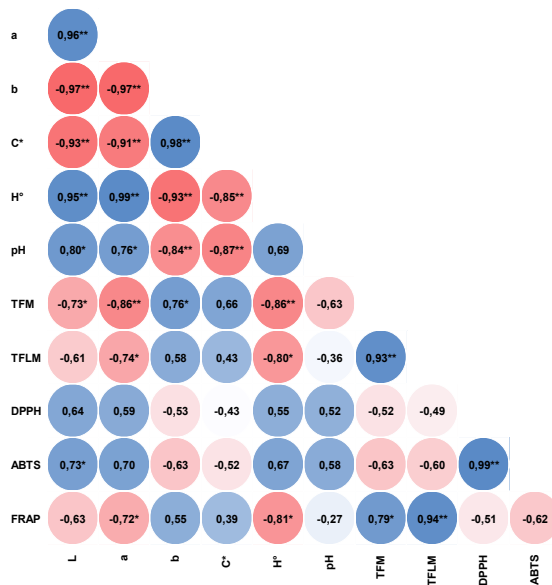
Partikül büyüklüğü, infüze çayların antioksidan aktiviteleri üzerinde istatistiki olarak p<0.01 seviyesinde etkili olmuştur. Öğütülmüş yapraklardan infüze edilen çayların antioksidan aktivitelerinin,

bütün yapraklardan elde edilen çaylara göre üç yöntemle (DPPH ABTS⁺ ve FRAP) de oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3, Şekil 4).



Şekil 4. İnfüze çayların infüzyon sıcaklığı x partikül büyüklüğüne göre antioksidan aktiviteleri (a) DPPH, (b) ABTS⁺, (c) FRAP

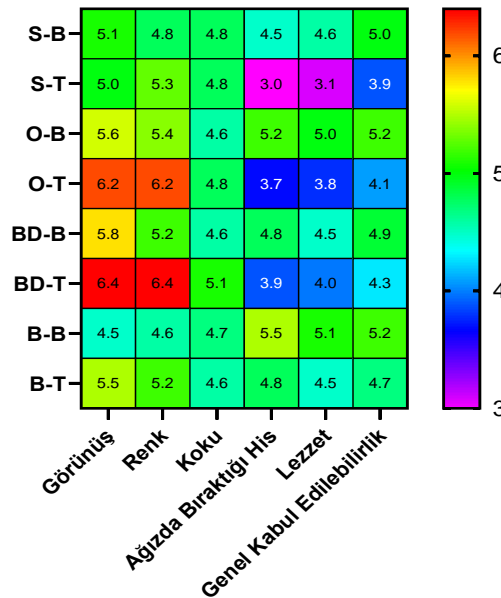
Bu çalışmada toplam flavanoid madde miktarı ile FRAP yöntemiyle belirlenen antioksidan aktivite arasında pozitif korelasyon ($r=0.94$, $p<0.01$) belirlenmiştir (Şekil 5). Bu sonuçlar, flavanoid madde miktarındaki artışın antioksidan aktiviteyi artırdığını göstermektedir. Ayrıca DPPH IC₅₀ değeri ile ABTS⁺ IC₅₀ değeri arasında $p<0.01$ seviyesinde pozitif korelasyon belirlenmiştir ($r=0.99$) (Şekil 5).



Şekil 5. Farklı partikül büyüklüğü ve farklı infüzyon sıcaklığı uygulanmış zeytin yaprağı çaylarının bazı fiziksel özellikleri ve antioksidan kapasitelerine ait korelasyon değerleri

Duyusal özellikler

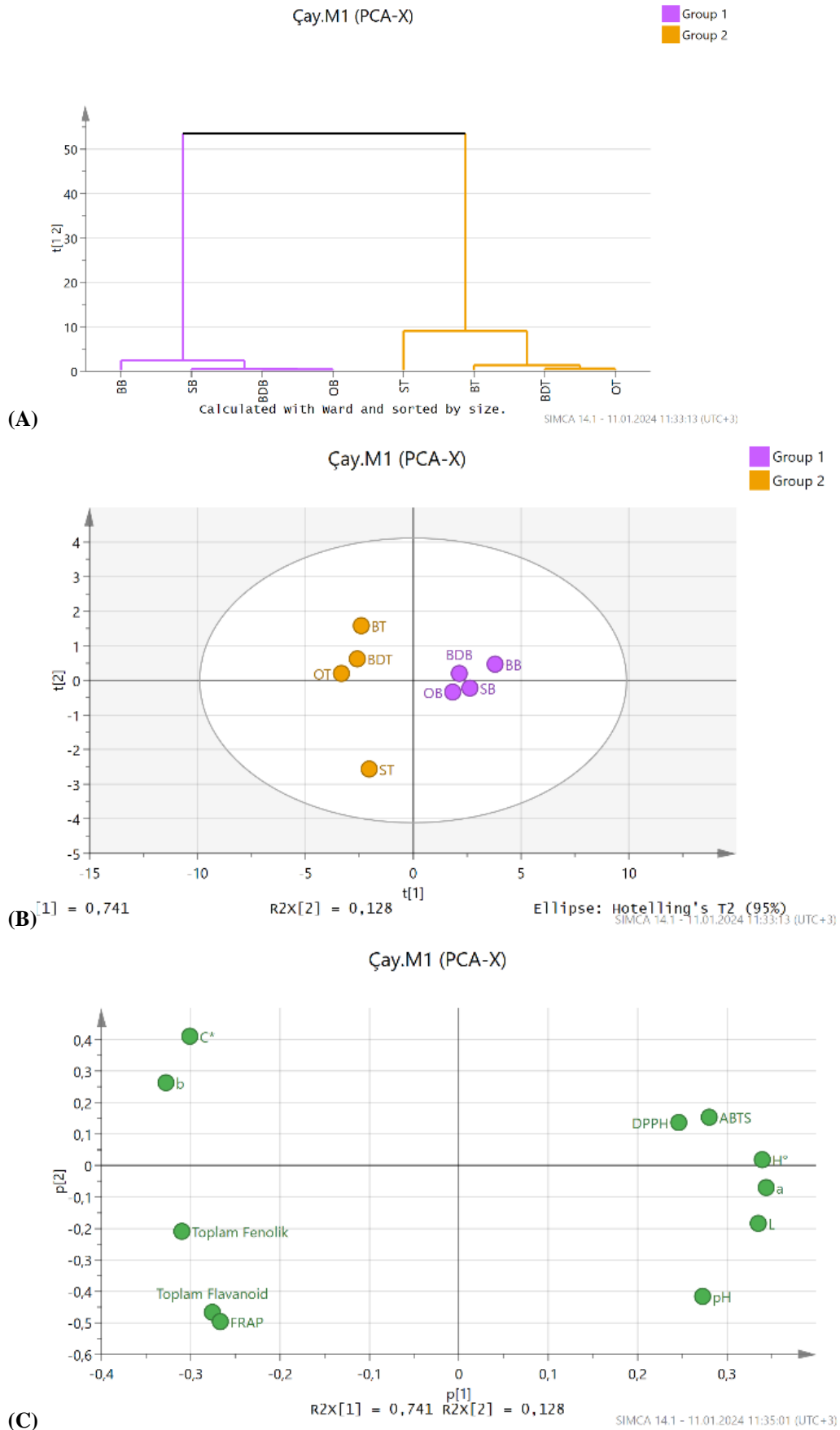
Tüketiciler, gıdanın sağlığa yararlarının yanı sıra tadını ve diğer duysal özelliklerini de ön planda tutmaktadırlar (Flores-Martínez ve ark., 2018). Bu yüzden, tüketici deneyiminin ve tercih önceliklerinin belirlenmesi açısından gıdanın duysal değerlendirmesini yapmak ve genel kabul edilebilirliğini araştırmak önemlidir (Viljoen ve ark., 2017). Bu araştırmada da farklı partikül büyüklüğünde zeytin yaprağı kullanılarak farklı infüzyon yöntemleri ile infüze edilen zeytin yaprağı çaylarının duysal değerlendirmesi yapılmış ve sonuçlar Şekil 3'te gösterilmiştir. Görünüş, renk ve koku özellikleri açısından sırasıyla en yüksek puan ortalamasını (6.4, 6.4, 5.1) alan çay örneği öğütülmüş halde ve buzdolabı sıcaklığında infüze edilmiş zeytin yaprağı çayı olurken, ağızda bıraktığı his (5.5) ve lezzet (5.1) açısından ise en yüksek puanı buzdolabı sıcaklığında infüze edilmiş zeytin yaprağı çayı almıştır. Bu durumun zeytin yaprağında bulunan ve kendine has acı tadı veren bileşiklerin geçiş farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Genel kabul edilebilirlik özelliği puan ortalaması en yüksek oda sıcaklığında bütün halde infüze edilmiş zeytin yaprağı çayı ve buzdolabı sıcaklığında bütün halde infüze edilmiş zeytin yaprağı çayında tespit edilmiş olup, bu örnekleri bütün halde sıcak infüzyon uygulanmış zeytin yaprağı çayı takip etmiştir.



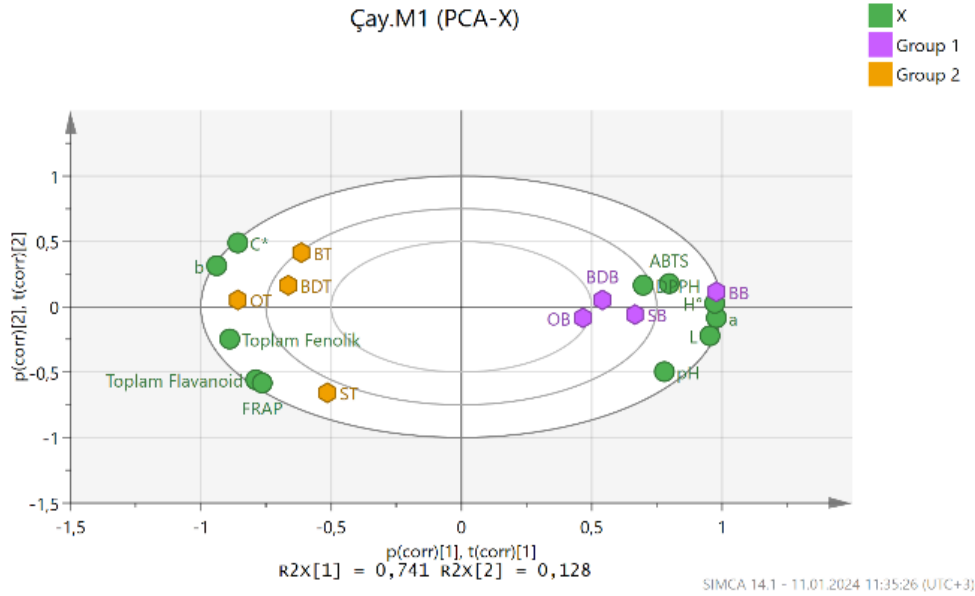
Şekil 6. İnfüze çayların duysal analiz sonuçları. Örnek kodlamaları; SB: Bütün ve sıcak infüze edilmiş, ST: Öğütülmüş ve sıcak infüze edilmiş, OB: Bütün ve oda sıcaklığında infüze edilmiş, OT: Öğütülmüş ve oda sıcaklığında infüze edilmiş, BDB: Bütün ve buzdolabı sıcaklığında infüze edilmiş, BDT: Öğütülmüş ve buzdolabı sıcaklığında infüze edilmiş, BB: Bütün ve buzdolabı sıcaklığında infüze edilmiş, BT: Öğütülmüş ve buzdolabı sıcaklığında infüze edilmiş çay örnekleri şeklindedir.

Temel Bileşen Analizi (PCA)

Farklı partikül büyüklüklerinde zeytin yapraklarına farklı infüzyon yöntemleri uygulanarak elde edilen infüze çayların bazı fiziksel özellikleri, antioksidan aktiviteleri, toplam fenolik madde ve toplam flavanoid madde miktarı açısından değerlendirmeleri yapılarak örnekler arasındaki farklılıkları belirlemek için temel bileşen analizi (PCA) uygulanmıştır. Şekil 7'de (A- D), infüze zeytin yaprağı çaylarına ait hiyerarşik kümeleme, skor grafiği, yükleme grafiği ve birleştirilmiş (biplot) temel bileşen analizi skor ve yükleme grafikleri verilmiştir. İlk iki temel bileşen (PC1 = %74.10 ve PC2 = %12.80) varyansın %86.90'ını oluşturuyordu.



Şekil 7. Temel Bileşen Analizi Grafikleri (A- Hiyerarşik Kümeleme Grafiği, B- Skor Grafiği, C- Yükleme Grafiği, D- Birleştirilmiş (Biplot) Temel Bileşen Analizi Skor ve Yükleme Grafiği)



Şekil 7. Temel Bileşen Analizi Grafikleri (A- Hiyerarşik Kümeleme Grafiği, B- Skor Grafiği, C- Yükleme Grafiği, D- Birleştirilmiş (Biplot) Temel Bileşen Analizi Skor ve Yükleme Grafiği) (Devamı)

Analiz sonucunda zeytin yaprağı çaylarını 2 ana gruba ayırmak mümkün olmuştur (Şekil 7A, B). Öğütülmüş olan örnekler (ST, OT, BDT, BT) PC 1'in sol tarafında yer alırken bütün halde infüze edilmiş zeytin yaprağı çayları (SB, OB, BDB, BB) PC1'in sağ tarafında yer almıştır. (Şekil 7B). Diğer yandan öğütülmüş ve bütün halde sıcak infüzyon uygulanmış örnekler (ST, SB) PC2'nin sağ tarafında yer alırken öğütülmüş ve bütün halde buzdolabında ve buzda demleme yöntemleriyle infüze edilmiş çay örnekleri (BDB, BB, BDT, BT) PC2'nin sol tarafında bulunmaktadır. Öğütülmüş ve sıcak infüzyon uygulanmış çay örneği (ST) ile toplam fenolik madde, toplam flavanoid madde ve FRAP yöntemiyle belirlenen antioksidan aktivite analizi sonuçları yakın konumlanmışlardır. Analiz sonuçlarına göre öğütülmüş ve sıcak infüzyon uygulanmış zeytin yaprağı çayının (ST) bu analiz sonuçlarının diğer örneklere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 7D). Bunun yanı sıra buzda bütün halde infüze edilmiş olan (BB) zeytin yaprağı çayının L*, a* ve H° değerleri yakın konumda yer almaktadır. Bu sonuçlara göre bütün halde buzda infüze edilen zeytin yaprağı çayının (BB) diğer örneklere göre renginin daha açık olduğu, kırmızılık değerinin daha düşük olduğu ve renk tonunun daha mavi olduğu belirlenmiştir (Şekil 7D).

SONUÇ

Sonuç olarak bu araştırmada, atık kategorisinde değerlendirilen ve içeriğindeki biyolojik aktif bileşikler sayesinde pek çok sağlık yararı bulunan zeytin yapraklarından en sık tüketim yöntemi olan zeytin yaprağı çayı üretilmiş ve tüketim seçeneklerindeki alternatifleri arttırmak ve en uygun infüzyon sıcaklığını tespit etmek amacıyla iki farklı partikül büyüklüğü kullanılmış ve dört infüzyon sıcaklığı uygulanmıştır. Araştırma sonuçları zeytin yaprağı boyutunun ve infüzyon sıcaklığının infüze çayların fiziksel özelliklerini, toplam fenolik madde ve toplam flavanoid miktarı ile antioksidan kapasitelerini etkilediğini, öğütülmüş yapraklardan elde edilen çayların toplam fenolik madde ve toplam flavanoid miktarının ve antioksidan kapasitesinin daha yüksek olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla, piyasada/aktarlarda genelde bütün halde satılan zeytin yapraklarının infüze edileceği zaman öğütülmesi önerilebilir. Ayrıca, çok yüksek sıcaklıkların infüze çayların fiziksel özellikleri, toplam fenolik madde ile antioksidan kapasiteleri açısından çok uygun olmadığı, sıcak infüzyon yöntemine bir alternatif olarak

giderek yagınlaşan soğuk infüzyon yöntemlerinin zeytin yaprağı çayında da kullanılabileceği tespit edilmiştir. Sonraki çalışmalarda bu çayların fenolik bileşik profillerinin incelenmesi uygun olacaktır.

TEŞEKKÜR

İsa Arslan KARAKÜTÜK, TÜBİTAK BİDEB 2211/A Ulusal Doktora Burs Programı tarafından desteklenmektedir.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

Kavramsallaştırma: [Memnune ŞENGÜL], [Sefa AKSOY] Metodoloji: [Memnune ŞENGÜL], [Sefa AKSOY] ; Analiz ve araştırma: [Memnune ŞENGÜL], [İsa Arslan KARAKÜTÜK], [Sefa AKSOY] ; Yazma orijinal taslak hazırlama: [Memnune ŞENGÜL], [Sefa AKSOY] ; Yazma – inceleme düzenleme: : [Memnune ŞENGÜL], [Sefa AKSOY], Kaynaklar: [Memnune ŞENGÜL], [İsa Arslan KARAKÜTÜK], [Sefa AKSOY] ; Denetleme: [Memnune ŞENGÜL].

KAYNAKLAR

- Abaza, L., Youssef, N. B., Manai, H., Haddada, F. M., Methenni, K., & Zarrouk, M. (2011). Chétoui olive leaf extracts: influence of the solvent type on phenolics and antioxidant activities. *Grasas y aceites*, 62(1), 96-104.
- Arslan, E. E., Karademir, G., Berktaş, S., & Mustafa, Ç. (2021). Zeytin Yaprağı Ekstraktı İçeren Soğuk Çay Üretimi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 9(3), 843-849.
- Avraamides, M., & Fatta, D. (2008). Resource consumption and emissions from olive oil production: a life cycle inventory case study in Cyprus. *Journal of Cleaner Production*, 16(7), 809-821.
- Benavente-García, O., Castillo, J., Lorente, J., Ortuño, A., & Del Rio, J. (2000). Antioxidant activity of phenolics extracted from *Olea europaea* L. leaves. *Food chemistry*, 68(4), 457-462.
- Büyükbacı, A., & El, S. N. (2008). Determination of in vitro antidiabetic effects, antioxidant activities and phenol contents of some herbal teas. *Plant foods for human nutrition*, 63, 27-33.
- Cemeroğlu, B. (2010). Gıda Analizleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları* (34), 1-86.
- Coşkun, B. (2022). Use of some edible flowers as herbal tea. (PhD). *Selçuk University, Konya, Turkey*.
- da Silveira, T. F. F., Meinhart, A. D., Ballus, C. A., & Godoy, H. T. (2014). The effect of the duration of infusion, temperature, and water volume on the rutin content in the preparation of mate tea beverages: An optimization study. *Food Research International*, 60, 241-245.
- Damiani, E., Bacchetti, T., Padella, L., Tiano, L., & Carloni, P. (2014). Antioxidant activity of different white teas: Comparison of hot and cold tea infusions. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33(1), 59-66.
- Debib, A., & Boukhatem, M. N. (2017). Phenolic content, antioxidant and antimicrobial activities of “Chemlali” olive leaf (*Olea europaea* L.) extracts. *International Journal of Pharmacology, Phytochemistry and Ethnomedicine*, 6, 38-46.
- Değirmencioğlu, N., Yildiz, E., Guldas, M., & Gurbuz, O. (2020). Health benefits of kombucha tea enriched with olive leaf and honey. *J Obes Chronic Dis*, 4(1), 1-5.
- Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ., & Sönmez, S. (2011). Dünya’da Türkiye’de Edremit Körfezinde Zeytin ve Zeytinyağı. *Meta Basım*.

- Espeso, J., Isaza, A., Lee, J. Y., Sörensen, P. M., Jurado, P., Avena-Bustillos, R. d. J., Olaizola, M., & Arboleya, J. C. (2021). Olive leaf waste management. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 660582.
- Fibrianto, K., & Kinsky, M. (2020). Sensory optimisation of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) and pandan (*Pandanus amarylifolius* Roxb.) herbal tea on several brewing techniques. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,
- Flores-Martínez, D., Urías-Orona, V., Hernández-García, L., Rubio-Carrasco, W., Silva-Gutiérrez, K., Guevara-Zambrano, M., Prieto-Cadena, J., Serna-Méndez, T., Muy-Rangel, D., & Niño-Medina, G. (2018). Physicochemical parameters, mineral composition, and nutraceutical properties of ready-to-drink flavored-colored commercial teas. *Journal of Chemistry*, 2018.
- Germek, V. M., Žurga, P., Koprivnjak, O., Grozić, K., Previšić, I., Marcelić, Š., Ban, S. G., & Pasković, I. (2021). Phenolic composition of Croatian olive leaves and their infusions obtained by hot and cold preparation.
- Meda, A., Lamien, C.E., Romito, M., Millogo, J. & Nacoulma, O.G. (2005). Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 91(3), 571-577.
- Gürbüz, M., & Ögüt, S. (2018). Zeytin yaprağının potansiyel sağlık yararları. *Türkiye Klinikleri Sağlık Bilimleri Dergisi*.
- Işık, E. (2017). Farklı yöntemlerle kurutulan zeytin yaprağından üretilen bitki çayının biyoaktif bileşenleri, antioksidan kapasitesi ve duyuusal beğenisi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale, Türkiye*.
- Karakütük, İ. A., Şengül, M., Zor, M., & Aksoy, S. (2023). The effects of using different plant species and sweeteners (stevia and sucrose) in sherbet production on chemical and sensory quality of sherbet. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17(5), 5308-5321.
- Koçak, E., Demircan, E., & Özçelik, B. (2018). Antioxidant capacities and phenolic profiles of Ottoman strawberry fruit and Ottoman strawberry jam. *Ecological Life Sciences*, 13(3), 119-130.
- Popović, B. M., Štajner, D., Slavko, K., & Sandra, B. (2012). Antioxidant capacity of cornelian cherry (*Cornus mas* L.)—Comparison between permanganate reducing antioxidant capacity and other antioxidant methods. *Food chemistry*, 134(2), 734-741.
- Pourmorad, F., Hosseinimehr, S., & Shahabimajd, N. (2006). Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants. *African journal of biotechnology*, 5(11).
- Rodrigues F., Pimentel, F. B., & Oliveira, M. B. P. (2015). Olive by-products: Challenge application in cosmetic industry. *Industrial Crops and Products*, 70, 116-124.
- Stamatopoulos, K., Chatzilazarou, A., & Katsoyannos, E. (2013). Optimization of multistage extraction of olive leaves for recovery of phenolic compounds at moderated temperatures and short extraction times. *Foods*, 3(1), 66-81.
- Şekeroğlu, N., & Gezici, S. (2020). Koronavirüs pandemisi ve Türkiye'nin bazı şifalı bitkileri. *Anatolian Clinic the Journal of Medical Sciences*, 25(Special Issue on COVID 19), 163-182.
- Talhaoui, N., Taamalli, A., Gómez-Caravaca, A. M., Fernández-Gutiérrez, A., & Segura-Carretero, A. (2015). Phenolic compounds in olive leaves: Analytical determination, biotic and abiotic influence, and health benefits. *Food Research International*, 77, 92-108.
- Topdaş E. F., 2022. Bazı Bitkilerden Elde Edilen Liyofilize İnfüzyonlarda Demleme Süresi Faktörünün Antioksidan Özellikler ve Ağır Metal Kompozisyonu Üzerine Etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(2): 769-790.

- Viljoen, M., Muller, M., De Beer, D., & Joubert, E. (2017). Identification of broad-based sensory attributes driving consumer preference of ready-to-drink rooibos iced tea with increased aspalathin content. *South African Journal of Botany*, 110, 177-183.
- Zhang, J., Van Mullem, J., Dias, D.R. & Schwan, R.F. (2021). The chemistry and sensory characteristics of new herbal tea-based kombuchas. *Journal of Food Science*, 86(3), 740-748. doi: 10.1111/1750-3841.15613
- Zor, M., & Şengül, M. (2022). Possibilities of using extracts obtained from *Rosa pimpinellifolia* L. flesh and seeds in ice cream production. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(2), e16225.
- Zor, M., Şengül, M., Karakütük, İ. A., & Odunkıran, A. (2022). Changes caused by different cooking methods in some physicochemical properties, antioxidant activity, and mineral composition of various vegetables. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(11), e16960.
- Zor, M., Şengül, M., Karakütük, İ. A., & Aksoy, S. (2023). Investigation about Various Infusion Conditions on Physical, Chemical and Antioxidant Properties of *Clitoria ternatea* L. Tea. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(3), 1738-1752.