







Rize İlinde Yetiştirilen Bazı Yöresel Ürün Atıklarının (Çay Tohumu, Portakal ve Mandalina Kabuğu) Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi

Determination of Antimicrobial and Antioxidant Activities of Wastes (Tea Seed, Orange, and Mandarin Peel) of Some Local Product Grown in Rize Province

Emre ÇAĞLAK¹ 
Büşra KARA¹ 
Barış KARSLI¹ 
Aydın Aytaç GÜRDAL² 
Özen Yusuf ÖĞRETMEN¹ 
Ayşe KARA¹ 

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi,
Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri
Avlama ve İşleme Teknolojisi
Bölümü, Rize, Türkiye
²Yalova Üniversitesi, Armutlu
Meslek Yüksek Okulu, Gıda İşleme
Bölümü, Yalova, Türkiye

ÖZ

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Rize ilinde yetiştirilen yöresel ürünlerin atıklarından (çay tohumu, mandalina kabuğu ve portakal kabuğu) elde edilen çeşitli ekstraktların antimikrobiyal ve antioksidan potansiyelleri tespit edilmiştir. Çay tohumu, mandalina ve portakal kabukları iki farklı sıcaklıkta (60°C ve 80°C) kurutulduktan sonra farklı oranlarda (%5, %10 ve %25) etanol (E), ılık su (IS) ve sıcak su (SS) ekstraktları hazırlanmıştır. Ekstraktların antioksidan özelliklerinin belirlenmesinde 2,2 difenil-1-pikrihidrazil (DPPH) radikalini giderme yöntemi kullanılmış ve troloks cinsinden antioksidan değerleri de hesaplanmıştır. Ekstraktların antimikrobiyal etkisinin belirlenmesinde ise disk difüzyon yöntemi kullanılarak bu ekstraktların *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella enterica* ve *Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı etkinliği araştırılmıştır. Ekstraktların DPPH serbest radikal giderme potansiyelleri incelendiğinde 80°C'de kurutulan çay tohumunun %25'lik sıcak su ekstresinin %85,47; 80°C'de kurutulan mandalina kabuklarının %10'luk sıcak su ekstresinin %83,73 ve 60°C kurutulan portakal kabuklarının %25'lik sıcak su ekstresinin ise %86,27 oranında DPPH radikallerini giderdiği tespit edilmiştir. Çay tohumunun (80°C) etanol ekstraktlarının antimikrobiyal etkileri incelendiğinde tüm konsantrasyonlarının *S. aureus* bakterilerine karşı etkin olduğu, ancak en yüksek antimikrobiyal etkiyi %25'lik etanol ekstresinin gösterdiği tespit edilmiştir. Portakal kabuğunun (80°C), %5'lik ve %25'lik etanol ekstraktlarının *L. monocytogenes* bakterisine karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiş ve bu ekstraktların ortalama zon çapları sırasıyla 8,66 mm ve 12,02 mm olarak belirlenmiştir. Portakal kabuğunun %5'lik sıcak su ekstresinin *S. aureus* bakterisine karşı antimikrobiyal etki gösterdiği ve ortalama zon çapının 13,21 mm olduğu tespit edilmiştir. Mandalina kabuğu ekstraktları çalışmada kullanılan patojen bakterilere karşı herhangi bir antimikrobiyal göstermemiştir. Elde edilen bulgulara göre atık olarak görülen çay tohumu, mandalina ve portakal kabukları yan ürünlerinin doğal antioksidan ve antimikrobiyal kaynaklar olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal, antioksidan, yöresel ürünler, patojen bakteriler, atık ürünler

ABSTRACT

In this study, the antimicrobial and antioxidant properties of various extracts obtained from the wastes of products (tea seed, tangerine peel, and orange peel) grown in Rize province of the Eastern Black Sea Region were determined. After the tea seeds, tangerine, and orange peel were dried at two different temperatures (60°C and 80°C), ethanol, warm water, and hot water extracts were prepared at different rates (5%, 10%, and 25%, respectively). The 2,2-diphenyl-1-picrihydrazil radical scavenging method was used to determine the antioxidant properties of the extracts, and also the antioxidant values in terms of trolox were calculated. To determine the antimicrobial effect of the extracts, the efficiency of these extracts against *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, and *Staphylococcus aureus* bacteria was investigated by using the disk diffusion method. When the 2,2-diphenyl-1-picrihydrazil free radical removal potentials of the

Geliş Tarihi/Received: 10.12.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 28.6.2022

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Emre ÇAĞLAK
E-mail: emre.caglak@erdogan.edu.tr

Cite this article as: Çağlak, E., Kara, B., Karlı, B., Gürdal, A. A., Öğretmen, Ö. Y., Kara, A. (2022). Determination of antimicrobial and antioxidant activities of wastes (tea seed, orange, and mandarin peel) of some local product grown in Rize province. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 53(3), 166-177.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

extracts were examined, it was determined that 2,2-diphenyl-1-picrihydrazil radicals were removed at a rate 85.47% for 25% hot water extract of the tea seed dried at 80°C, 83.73% for 10% hot water extract of the tangerine peel dried at 80°C, and 86.27% for 25% hot water extract of orange peels dried at 60°C. When the antimicrobial effects of ethanol extracts of tea seed (80°C) were examined, it was determined that all concentrations were effective against *S. aureus*, but the 25% ethanol extract showed the highest antimicrobial effect. Five percent and 25% ethanol extracts of orange peel (80°C) had antimicrobial activity against *L. monocytogenes* bacteria, and the average zone diameters of these extracts were determined as 8.66 mm and 12.02 mm, respectively. Five percent hot extract of orange peel showed antimicrobial activity for *S. aureus* with an average zone diameter of 13.21 mm. The extracts from tangerine peel had no antimicrobial activity against any of the pathogenic bacteria tested in the study. According to the findings, it was concluded that by-products from tea seed, tangerine, and orange peel wastes can be evaluated as natural antioxidant and antimicrobial sources.

Keywords: Antimicrobial, antioxidant, local products, pathogenic microorganisms, waste products

Giriş

Canlılar, yaşamlarının sürekliliği için ihtiyaç duydukları enerji kaynağını karşılamada oksijen elementinden faydalanmaktadır. Organizmada oksijen ile enerji üretiminin yanı sıra serbest radikal (oksidan madde) olarak adlandırılan reaktif oksijen türleri ve reaktif nitrojen türleri de oluşmaktadır. Reaktif oksijen türlerini süperoksit anyon radikalleri ve hidroksil radikalleri (OH⁻) gibi serbest radikaller ile hidrojen peroksit (H₂O₂) ve singlet oksijen (¹O₂) gibi serbest olmayan radikaller oluşturmaktadır (Gulcin ve ark., 2010). Eşlenmemiş elektron içeren bu türler lipitler, proteinler ve nükleik asitler gibi çoğu biyomolekül ile kolayca reaksiyona girer ve yapılarında değişiklik meydana getirir (Çakı, 2018). Hem metabolizma sonucu hem de dışardan alınabilen serbest radikaller canlı organizmada hücre hasarlarına yol açabilmekte ve sonucunda gastrointestinal ve kardiyovasküler hastalıklar, infertilite, solunum ve boşaltım sisteminde bozukluklar gibi çeşitli sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Bu tür sorunların önlenmesinde organizmadaki oksidan maddeler ile antioksidan maddelerin denge içerisinde olması gerekmektedir. Gerek canlı organizma tarafından üretilebilen gerekse besin yoluyla alınabilen antioksidan maddeler vücutta fazla bulunan serbest radikallerin inaktifleştirilmesinde ve toksik etkilerinin azaltılmasında veya hücreleri koruyup hastalıklara karşı savunma mekanizmasını güçlendirmede rol oynarlar (Alpkent & Demir, 2006; Karabulut & Gülay, 2016; Öğretmen, 2022). Antioksidanların insan vücudundaki ve gıdalardaki serbest radikallerin oluşumunu engellediği ya da radikallerin etkilerini azalttığı yapılan çalışmalarda ortaya koyulmuştur (Çalkan ve ark., 2021; Çelebi ve ark., 2020; Karataş, 2021; Yılmaz & Boyacıoğlu, 2020).

Son yıllarda hızla artmakta olan dünya nüfusunun kaliteli gıda tüketim ihtiyacının karşılanması için üretimden tüketime kadar geçen sürede gıdaların bozulmadan saklanması gerekmektedir. Bozulmanın temelinde doğal olarak meydana gelen biyokimyasal ve mikrobiyal aktiviteler vardır. Gıdalarda mikrobiyal bozulma, çeşitli faktörlere (gıdanın cinsine, depolama şekli ve süresine, nem içeriğine, pH değerine vb.) bağlı olup gıdanın renginde, kokusunda, tadında ve dokusunda değişimlere sebep olur. Bu durum hem gıda endüstrisinde önemli ekonomik kayıplara hem de ciddi halk sağlığı sorunlarına neden olmaktadır (Tülüce ve ark., 2021). Bu kapsamda mikroorganizmaların gelişimini engelleyip bozulmayı yavaşlatmak ve raf ömrünü uzatmak için gıda katkı maddeleri olan antioksidanlar ve antimikrobiyal maddeler kullanılır (Atman, 2004; Karatepe & Ekerbiçer, 2017; Özkır, 2021).

Antioksidan maddeler sentetik ve doğal olarak iki grupta yer almaktadır. Sentetik antioksidanlar (bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), tersiyer bütillhidrokinon (TBHQ), gallatlar, nordihidroguareyetik

asit (NDGA)) yağların oksidatif stabilitelelerini sağlayan, ekonomik, etkin maddeler olmasına karşın canlılarda karsinojenik ve teratojenik gibi olumsuz etkilerinin olduğu bilinmektedir (Karslı ve ark., 2021; Ötleş & Çağındı, 2005; Varlı ve ark., 2020). Doğal antioksidanlar ise gıda ve bitkilerin tabiatında bulunan ve onların bozunma, ekşime, renk değiştirme gibi reaksiyonlarını önleyen maddeler olup genellikle bitkilerin farklı bölgelelerinde (kök, gövde, yaprak, tohum, meyve ve sebze) bulunur. Gıda ve bitkilerde bulunan en önemli antioksidanlar ise fenoller, flavonoidler, lignanlar, terpenler, rosmarinik asit, tokoferoller, karotenoidler ve çok fonksiyonlu organik asitlerdir (Gargacı, 2010; Kenar, 2009; Küçükgülmez ve ark., 2011; Mutlu & Bilgin, 2016; Okur ve ark., 2019). Yapılan araştırmalar ile sentetik antioksidanların kimyasal içerikli olmalarından kaynaklı yan etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Tenore ve ark., 2011). Bu kapsamda son yıllarda bitkisel ekstraktlarının yer aldığı doğal antioksidanların tüketiciler tarafından tercih edilmesi araştırmacıları yeni antioksidan potansiyeli gösterebilecek bitki kaynaklarının bulunmasına yöneltmiştir (Harborne & Williams, 2000; Duan ve ark., 2006; Deveci ve ark., 2016).

Fenolik bileşikler antioksidanların en aktif üyeleri olup, benzen halkasına bağlı bir veya birden fazla hidroksil ve fonksiyonel gruba sahip maddelerdir. Bununla beraber fenolik bileşikler bitkilerde en çok bulunan madde olup meyve/sebze yapısına tat ve renk gibi görevleri bulunmaktadırlar (Atak ve ark., 2017). Aynı zamanda fenolik bileşiklerin antienflamatuar etkisi, antioksidan aktivitesi, antikarsinojen özelliği, antimikrobiyal ve antimutajenik etkileri gibi birçok faydalı özellikleri vardır (Erdem ve ark. 2021).

Literatürde birçok bitkinin antioksidan potansiyeli ve antimikrobiyal etkisi mevcuttur. Mathur ve ark. (2011) portakal kabuğunun sulu ekstresinin önemli bir antimikrobiyal etki gösterdiğini ifade etmişlerdir. Çoban (2019) portakal ve limon kabuğundan elde ettikleri ekstraktlarının antioksidan potansiyeline sahip olduğu ve gram pozitif ve gram negatif bakterilere karşı antimikrobiyal etki göstererek hastalıkların tedavisinde ve önlenmesinde kullanılabilirliğini bildirmişlerdir. Yavuzer ve Boğa (2020) portakal, mandalina ve nar meyvelerinin kabuklarından elde ettikleri ekstraktlarının antimikrobiyal etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Lee ve ark. (2003) yeşil ve siyah çayda toplam fenolik bileşik miktarlarını sırasıyla 165 mg GAE ve 124 mg GAE, flavonoid miktarlarını ise sırasıyla 47 mg ECE ve 34 mg ECE olarak tespit etmişlerdir.

Citrus türleri üzerinde yapılan çalışmalarda bu türün fenolik bileşenlerin elde edilmesi için önemli bir potansiyel kaynak olduğu belirtilmiştir (Fidrianny ve ark., 2014; Güzel & Akpınar, 2017; Huang ve ark., 2005; Raspo ve ark., 2020; Sezen ve ark., 2021). Turunçgil olarak adlandırılan portakal (*Citrus sinensis*) ve mandalina (*Citrus*

reticulata) meyveleri *Rutaceae* familyasına ait olup ülkemizde Akdeniz, Ege ve kısmen de Doğu Karadeniz bölgelerinde, iklim şartlarının uygun olduğu yerlerde yetiştirilir. Ülkemizde üretimi yapılan portakal ve mandalınanın 2021 yılındaki üretim miktarı sırasıyla 1 milyon 742 bin ton ve 1 milyon 819 bin tondur (TUİK, 2021). Turunçgillerin tüketildikten sonra atık olarak ortaya çıkan kabuk ve çekirdek kısımları geçmişten günümüze kadar toplum içerisinde diyabet, yüksek tansiyon gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Oboh & Ademosun, 2012).

Çaygiller (*Theaceae*) familyasına ait olan çay (*Camellia sinensis*) nemli iklimlerde yetiştiriciliği yapılan bitki yapraklarıdır. *C. sinensis*'in meyve, kabuk, yaprak ve kök kısımlarının flavonoid, steroid, hidroksiamin, alkan, yağ asitleri, kumarin, potasyum, magnezyum ve kalsiyum gibi besin elementleri içerdiği yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Cemeroğlu, 2004; Favela-Hernández ve ark., 2016). *C. sinensis* bitkisinin uzun ömürlü ve her daim yeşil olduğu bildirilmektedir. Geniş bir coğrafyada yetişen çay bitkisinin ticari açıdan en önemli türü, yapraklarından çay üretimi gerçekleşen *C. sinensis*'dir (FAO, 2002; Sakai, 1999). Çay bitkisi, geniş ve parlak yapraklara sahip olmakla birlikte, kalın yaprakları ve pembe, kırmızı, beyaz, sarı renklerinde olan çiçeğiyle ilgi çekmektedir. Çay bitkisi Rize bölgesinde ağustos ayında çiçek açar ve aralık ayının sonunda çiçeklenme sona ermektedir. Meyvelerin oluşması yaklaşık bir yılda tamamlanır. Meyveler olgunlaşmadan önce yeşil olup, kalın kabuklu, yaklaşık 2,5 cm çapında ve 1-4 bölmeye sahiptir. Meyve olgunlaştığı zaman tohumlar kahverengi olur ve bölmeler açılarak tohumlar dökülür. Tohumlar genellikle 1-2 cm çapında küre ve yarım küre şeklinde olup üzeri sert kabukla kaplıdır (Sarder ve ark., 2001). Çay tohumundan üretilen çay tohumu yağı Çin, Hindistan, Sri Lanka, Endonezya ve Japonya'da yemeklik bir yağ olarak yılda binlerce ton üretilmektedir (Anderson, 1992). Yüksek kaliteli bir yemeklik yağ olan çay tohumu yağı ile zeytinyağı içerdikleri yağ asidi kompozisyonları açısından benzerdir (Cooper ve ark., 2005). Son zamanlarda yapılan araştırmalar ile yüksek oleik, orta linoleik ve düşük linolenik asit içeriği ile çay tohumu yağı kanola ve zeytinyağına karşı yükselen bir alternatif olmaktadır (Suzuki ve ark., 2006). Ayrıca, yüksek antioksidan içeriğine sahip

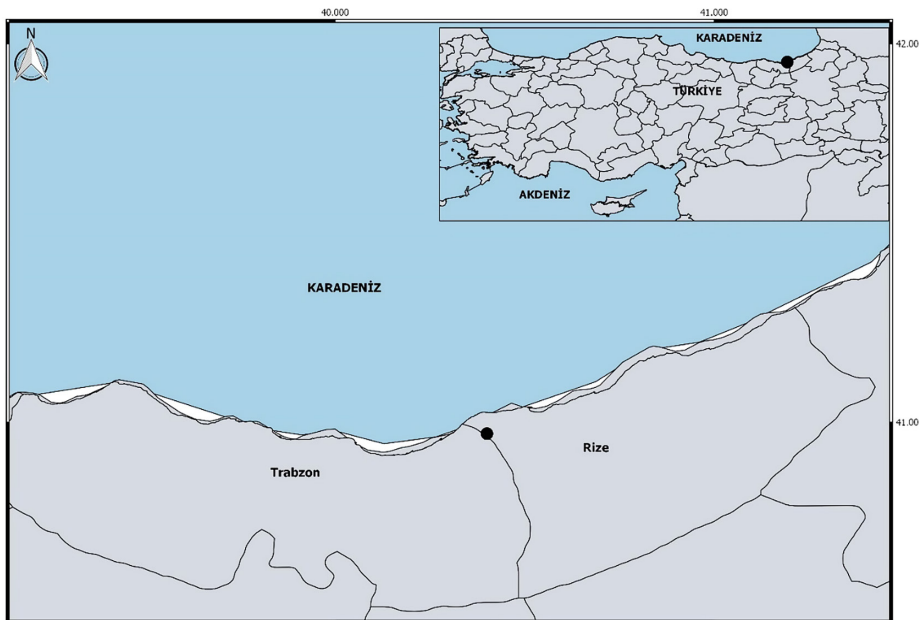
olan çay tohumu yağının kan basıncını ve kolesterolü düşürdüğü saptanmıştır (Chan ve ark., 2011).

Literatür araştırmaları sonucu bitkisel antioksidan kaynakları ile ilgili yapılan çalışmaların üretimi ve işleme sonrası atık miktarının çok olduğu görülmektedir (Bayram ve ark., 2019; Çon ve ark., 1998; Doğangün, 2018; Kılınç ve ark., 2018; Kutlu, 2019; Sedjati ve ark., 2018). TUİK verilerine göre; 2021 yılında Türkiye'de üretilen meyve, içecek ve baharat bitkilerinin %21,5'ini turunçgiller oluştururken bunun %7'sini portakal ve %7,3'ünü mandalina oluşturmaktadır. Hem portakal hem de mandalina üretim miktarları bir önceki yıla göre sırasıyla %30,6 ve %14,7 artış göstermiştir. Çay (yaş çay) ise meyve, içecek ve baharat bitkileri üretim miktarının %5,8'ini oluşturmaktadır (TUİK, 2021). USDA verilerine göre, 2020/21 sezonu itibarıyla dünyada toplam 49 milyon ton portakal, 33 milyon ton mandalina, 8 milyon ton limon, 7 milyon ton greylift üretimi olmak üzere toplam 98 milyon ton dolayında turunçgiller üretimi gerçekleşmiştir (USDA, 2021). Turunçgillerin yenilen kısmının haricinde meyve ağırlıklarının %30-60 oranında kabuklardan oluşmaktadır (Manjarres-Pinzon ve ark., 2013; Turhan ve ark., 2006; Yaman, 2012). Bu bakımdan ele alındığında her yıl ortalama olarak turunçgiller üretimi miktarının %50'sine yakını milyonlarca ton organik atık olarak doğaya bırakıldığı düşünülebilir. Gerçekleştirilen bu çalışma ile Dünya'da ve Türkiye'de önemli düzeyde tarımı yapılan portakal (*Citrus sinensis*) ve mandalina (*Citrus reticulata*) kabuklarının ve bunun yanı sıra çay tohumunun antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin belirlenerek ekonomik ve etkili bir şekilde katma değeri yüksek bir ürüne dönüştürülmesi ve ileride bu konu ile ilgili yapılacak çalışmalara referans olması amaçlanmaktadır.

Yöntemler

Materyal

Bu çalışmada materyal olarak çay (*Camellia sinensis*) tohumu, mandalina (*Citrus reticulata*) kabuğu ve portakal (*Citrus sinensis*) kabuğu kullanıldı. Türkiye'nin Doğu Karadeniz bölgesinde yer alan Rize ilinde üretimi yaygın olarak yapılan çay, portakal ve mandalina ürünleri temin edilirken özellikle kimyasal bulaşanlara



Şekil 1.
Örnekleme Alanı (41°00'20.7"N 40°22'10.2"E).

maruz kalmamış yerlerden materyal seçilmesine dikkat edildi. Bu amaçla ticari bir amaç gütmeyen tamamen hobi amaçlı yetiştiricilik yapan kişiye ait herhangi bir ilaçlama işlemine maruz kalmayan bahçeden örnekleme işlemi yapıldı (Şekil 1).

Çalışmada yaş olarak temin edilen ürünler laboratuvara ulaştırıldıktan sonra atık olan kabuk ve tohum kısımları ayrıştırılarak çeşme suyunda yıkandı ve daha sonra iki farklı sıcaklıkta (60°C ve 80°C) 24 saat süreyle etüvde kurutuldu. Kurutulan örnekler laboratuvar tipi değirmen (Waring Commercial Belender, USA) ile toz haline getirildi. Çalışmada ekstrelerin elde edilmesinde çözücü olarak su ve etanol kullanıldı. Toz haline getirilen her bir örnekten 5 g, 10 g ve 25 g alındı ve 100 ml saf su veya etanol (%99,9 saflıkta) içerisinde çözündürüldü.

Böylece bitki ekstrelerinin konsantrasyonları %5, %10 ve %25 olacak şekilde hazırlandı. Çözücü ve örnekler 40°C'de çalkalamalı su banyosunda (Nüve ST-402, Ankara, Türkiye) ışık almayacak şekilde 24 saat 100 rpm'de karıştırıldı. Karışımlar Whatman (No. 1) filtre kağıdı kullanılarak süzülde ve etanol uzaklaştırıldı. Etanolün uzaklaştırılma işlemi basınç ve kontrollü sıcaklık (70°C) altında bir rotary evaporatör (Hei-Vap, Heidolp, Germany) kullanılarak gerçekleştirildi ve nihai kalıntı su içerisinde aynı konsantrasyonlarda çözündürülerek hazırlandı. Elde edilen ekstrere ışık almayacak şekilde alüminyum folyo sarılı tüplere alınarak kullanılmak üzere -80°C'de muhafaza altına alındı.

Elde edilen ekstrere antimikrobiyal özelliklerinin tespitinde Uluslararası ve Ulusal mevzuatlarda patojen mikroorganizmalardan olan *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella enterica* ATCC 13076 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 bakteri suşları kullanıldı. Bu suşlar Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Laboratuvarından temin edildi.

Metot

DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesi Tayini

Ekstrelerin DPPH serbest radikal giderme aktiviteleri Brand-Williams ve ark. (1995)'nin kullandıkları metoda göre belirlendi. Bu yöntem, DPPH solüsyonunun hidrojen atomu verebilen antioksidan madde ile elektronunun yer değiştirerek başlangıçtaki mor menekşe renginin kaybı ile sarı renkli indirgenmiş form oluşmasına dayanmaktadır. Bu amaçla 10 mg DPPH (Sigma-Aldrich, Steinheim, Almanya) tartıldı ve 100 mL metanol (Sigma-Aldrich, Steinheim, Almanya) içerisinde çözündürülerek DPPH stok solüsyonu hazırlandı. Daha sonra bu stok solüsyondan 3,5 mL alınarak üzerine 6,5 mL metanol ilave edilerek DPPH çalışma solüsyonu hazırlandı. Hazırlanan ekstrere 100 µL alınarak cam tüpler içerisine aktarıldı. Üzerine 3,9 mL DPPH çalışma solüsyonu eklendikten sonra karışım bir vorteks yardımıyla iyice karıştırılıp oda sıcaklığında ışık almayacak şekilde 30 dakika beklemeye alındı. Daha sonra örnekler kuvars küvete aktarılıp spektrofotometrede 515 nm dalga boyunda kontrole karşı (100 µL metanol ve 3,9 mL DPPH çalışma çözeltisi) absorpsanları okundu. Analizler 3 paralel şekilde gerçekleştirilmiş olup, ortalamaları alınarak % DPPH giderme aktiviteleri aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplandı.

$$\% \text{ DPPH giderme} = \left[\frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kontrol}}} \right] \times 100$$

A_{kontrol} = Kontrolün absorpsansı

$A_{\text{örnek}}$ = Örneğin absorpsansı

Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite (TEAC veya ABTS) Tayini

TEAC yöntemi ilk olarak Miller ve ark. (1993) tarafından rapor edilmiş olup, Re ve ark. (1999) tarafından geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yöntemde ABTS [(2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit)]'nin persülfatla oksidasyonu, ABTS radikali oluşur ve bu radikal toplam radikal süpürme kapasitesini ölçmek için kullanılır. Bu yöntem, ortamda bulunan ABTS radikalinin 734 nm dalga boyunda absorpsansı sabitlendikten sonra, ortama ilave edilen örnekteki antioksidanların etkisiyle, absorpsansda meydana gelen düşüşün kolorimetrik olarak ölçülmesi suretiyle antioksidan kapasite tayini yapılması prensibine dayanmaktadır. Moleküllerin kararlı serbest radikali süpürme kabiliyeti Troloks (Sigma-Aldrich, Steinheim, Almanya) ile karşılaştırılır. ABST'nin potasyum persülfat ile oksidasyonu sonucu 734 nm'de maksimum absorpsans gösteren mavimsi yeşil renkli bir çözelti verir. Öncelikle 7 mM amonyum ABTS tuzu (Sigma-Aldrich, Taufkirchen, Almanya) bir miktar destile suda çözündü ve 2,45 mM potasyum persülfatla ile muamele edilerek stok ABTS çözeltisi hazırlandı. Bu çözelti kullanılmadan önce oda sıcaklığında ve karanlıkta 12-16 saat kadar bekletildi ve daha sonra etanol veya fosfat tamponu (pH 7,4) ile 734 nm'de absorpsansı $0,700 \pm 0,02$ olacak şekilde seyreltilde ve ABTS çalışma çözeltisi olarak kullanıldı. Örneklerden 100'er µL alınarak üzerlerine 2,4 mL ABTS çalışma çözeltisi eklendi ve karıştırılarak 6 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra absorpsans değerleri ölçüldü. Örneklerin toplam ABTS radikal süpürme kapasitesi, troloksun absorpsansı azaltmasıyla ilişkili olarak hesaplandı. Her bir örnek üçer tekrarıyla çalışıldı ve sonuçlar gram örnek başına troloks eşdeğeri antioksidan kapasite cinsinden ifade edildi (µmol TE/g ekstre).

$$\% \text{ inhibisyon} = \left(\frac{A_{\text{ABTS}^+} - A_{6 \text{ dk}}}{A_{\text{ABTS}^+}} \right) \times 100$$

A_{ABTS^+} : ABTS'nin 734 nm'deki absorpsansı ($0,700 \pm 0,02$)

$A_{6 \text{ dk}}$: ABTS'nin örnek ilavesinden sonraki 6. dakikada okunan absorpsansı

Antimikrobiyal Aktivite Tayini

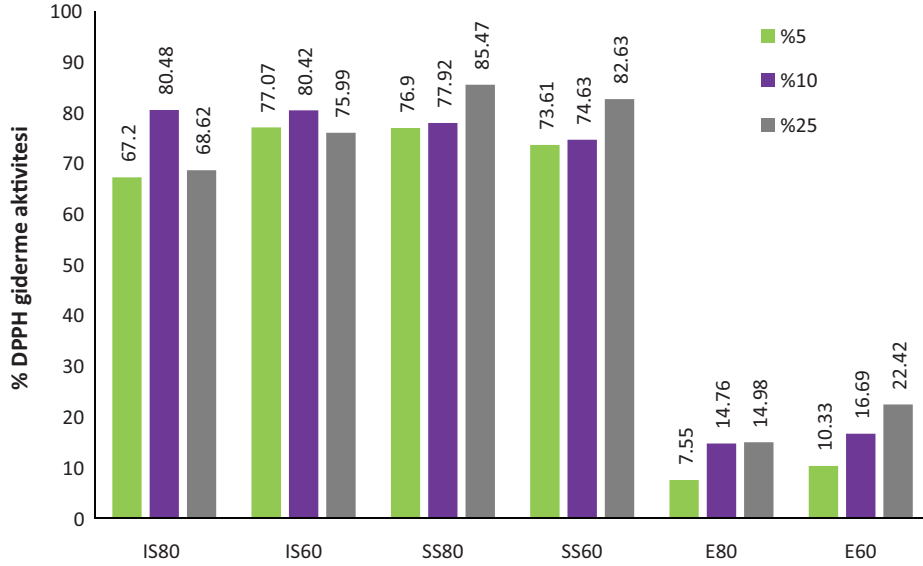
Ekstrelerin antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesinde Al-Zoreky (2009) tarafından geliştirilen standart difüzyon yöntemi uygulandı. Tüm bakteri suşları Mueller Hinton Agar (MHA) besiyeri kullanılarak 37°C'de bir gece inkübe edildi. Daha sonra bakteriler steril fizyolojik tuzlu su (%0,85) kullanılarak 0,5 Mcfarland standardına göre ayarlandı ve ardından her bir süspansiyon steril eküvyon çubuğu kullanılarak MHA içeren besiyeri üzerine inoküle edildi. Bu amaçla daha önceden 0,05 mg/mL (%5), 0,10 mg/mL (%10) ve 0,25 mg/mL (%25) oranlarında hazırlanan ekstrere 15'er µL alınarak steril boş antibiyotik diskler (6 mm) emdirildi ve bakteri inoküle edilen MHA içeren besiyeri üzerine yerleştirildi. Daha sonra antimikrobiyal etki gösteren ekstrere oluşturdukları inhibisyon zon çapları kumpas (MarCal 16 ER, Germany) ile ölçüldü (Karslı, 2021).

İstatistiksel Analiz

Çalışmada tüm örnekler üç tekrarlı çalışıldı, ortalama ve standart sapmaları hesaplandı. Gruplar arası farkı belirlemek amacıyla örneklere Tukey önemlilik testi uygulandı. İstatistiksel analizler JMP 5.0.1 (SAS) paket programı kullanılarak $p < ,05$ önemlilik düzeyine göre belirlendi.

Bulgular

Bu çalışmada Rize'de yetiştirilen bazı ürünlerin atıklarından (çay tohumu, mandalina kabuğu ve portakal kabuğu) elde edilen ve iki farklı (60°C ve 80°C) sıcaklıkta kurutma işlemi uygulanan ekstrere antioksidan potansiyelleri ve antimikrobiyal aktiviteleri belirlendi.



Şekil 2.

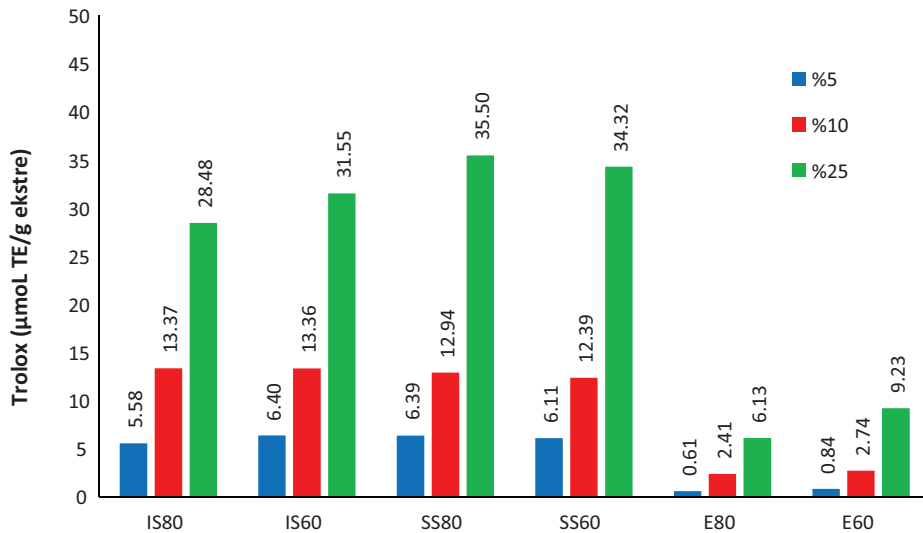
Farklı Sıcaklıklarda Kurutulan Çay Tohumunun % DPPH Giderme Aktiviteleri (IS: Ilık Su, SS: Sıcak Su, E: Etanol, 80 ve 60: Kurutma Sıcaklıkları [°C]).

Çay Tohumu Ekstrelerinin Antioksidan Değerleri

Çay tohumunun 80°C'de kurutulan örneklerinin ılık su, sıcak su ve etanol ekstralarının minimum ve maksimum % DPPH giderme değerleri incelendiğinde sırasıyla %67,20(%5IS)-%80,48(%10IS), %76,90(%5SS)-%85,47(%25SS) ve %7,55(%5E)-%14,98(%25E) arasında olduğu, 60°C'de kurutulan örneklerin ise % DPPH giderme değerleri %75,99(%25IS)-%80,42(%10IS), %73,61(%5SS)-82,63(%25SS) ve %10,33(%5E)-22,42(%25E) aralıklarında olduğu belirlendi (Şekil 2). 80°C'de kurutulan örneklerin ılık su, sıcak su ve etanol ekstralarının en yüksek DPPH radikalini giderme aktiviteleri sırasıyla %10, %25 ve %25'lik konsantrasyonlarında tespit edildi. Çay tohumu ekstralarının % DPPH giderme değerleri kurutma sıcaklığına göre incelendiğinde gruplar arasında belirgin bir fark olmadığı gözlemlendi ($p > ,05$). Çözücü farklılığı dikkate alındığında su ile hazırlanan ekstraların etanol ile hazırlanan ekstralara kıyasla çok daha yüksek oranlarda DPPH radikallerini giderme aktivitesine sahip olduğu ve istatistiksel açıdan da önemli olduğu tespit

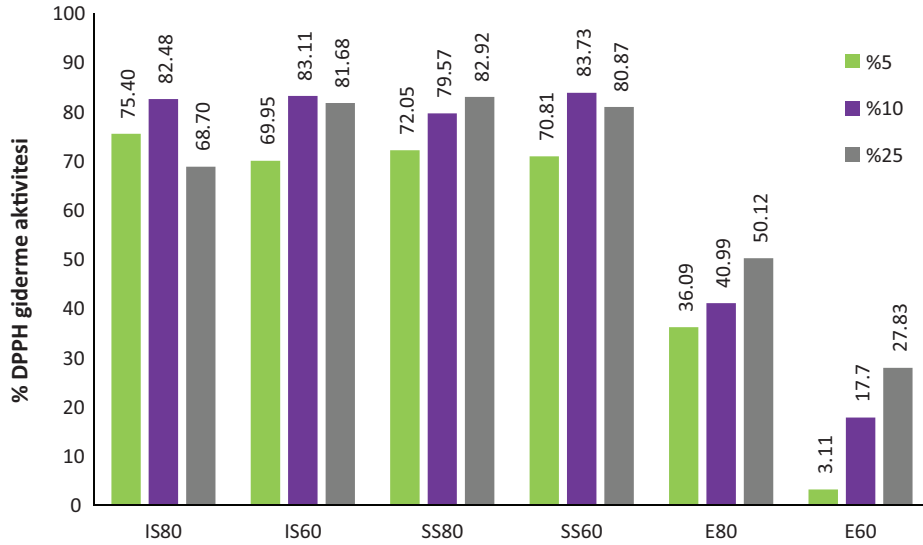
edildi ($p < ,05$). Çözücü konsantrasyon oranları incelendiğinde ılık su grubunda %10, sıcak su grubunda ise %25 konsantrasyonunun diğer grup ve konsantrasyonlardan daha yüksek DPPH radikallerini giderme aktivitesine sahip olduğu belirlendi.

Farklı sıcaklıklarda (80°C ve 60°C) kurutulan çay tohumu ekstralarının μmol troloks eşdeğeri (TE) cinsinden antioksidan değerleri Şekil 3'te verilmiştir. Ilık su, sıcak su ve etanol ekstralarının troloks cinsinden antioksidan değerleri sırasıyla 5,58(%5IS80)-31,55(%25IS60) μmol TE/g ekstre, 6,11(%5SS80)-35,50(%25SS80) μmol TE/g ekstre ve 0,61(%5E80)-9,23(%25E60) μmol TE/g ekstre aralıklarında tespit edildi. Çay tohumu ekstralarının troloks cinsinden antioksidan değerleri kurutma sıcaklıklarına göre incelendiğinde gruplar arasında önemli bir farkın olmadığı gözlemlendi ($p > ,05$). Sulu ekstraların konsantrasyonu arttıkça troloks eş değeri antioksidan kapasitelerinin de arttığı belirlendi. En yüksek antioksidan aktivite ılık su (28,48-31,55 μmol TE/g ekstre) ve sıcak su



Şekil 3.

Farklı Sıcaklıklarda Kurutulan Çay Tohumunun Troloks Cinsinden Antioksidan Değerleri (IS: Ilık Su, SS: Sıcak Su, E: Etanol, 80 ve 60: Kurutma Sıcaklıkları [°C]).



Şekil 4.

Farklı Sıcaklıklarda Kurutulan Mandalina Kabuğunun DPPH Radikallerini Giderme Aktiviteleri (IS: Ilık Su, SS: Sıcak Su, E: Etanol, 80 ve 60: Kurutma Sıcaklıkları [°C]).

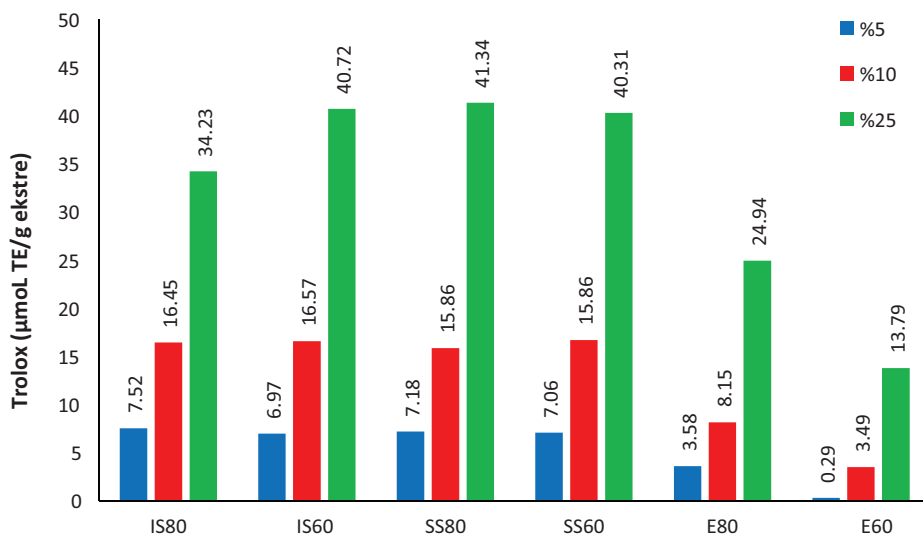
(35,50-34,32 µmol TE/g ekstre) ekstrelerinin %25'lik gruplarında tespit edildi. Sulu ekstrelerin troloks eşdeğeri antioksidan kapasitelerinin etanol ekstrelerinden daha yüksek olduğu ve bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğu belirlendi ($p < ,05$).

Mandalina Kabuğu Ekstrelerinin Antioksidan Değerleri

Mandalina kabuğundan elde edilen ekstrelerin DPPH radikalini giderme aktiviteleri Şekil 4'te verilmiştir. Ekstrelerin minimum ve maksimum DPPH radikalini giderme aktiviteleri ılık su, sıcak su ve etanol grupları için sırasıyla %68,7-83,11, %70,81-83,73 ve %3,11-50,12 aralıklarında belirlendi. Mandalina kabuğunun 80°C'de kurutulması ile elde edilen ekstrelerin % DPPH giderme aktiviteleri %10'luk ılık su grubunda %82,48, %25'lik sıcak su grubunda %82,92 ve %25'lik etanol grubunda %50,12 olarak en yüksek bulundu. Mandalina kabuğunun 60°C'de kurutulması ile elde edilen ekstrelerin DPPH giderme aktiviteleri ise %10'luk sıcak su

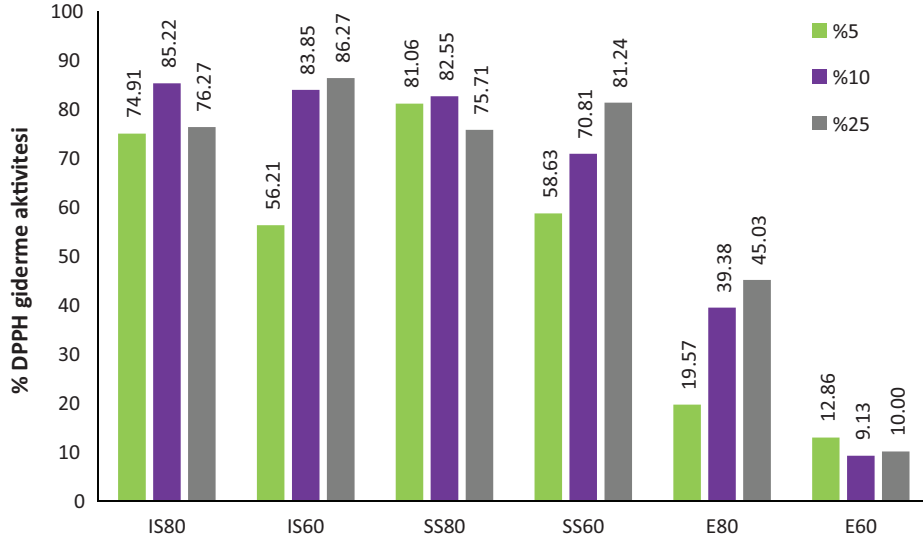
grubunda %83,73, %10'luk ılık su grubunda %83,11 ve %25'lik etanol grubunda %27,83 olarak en yüksek bulundu. Ayrıca ekstrelerin en düşük DPPH radikalini giderme aktiviteleri ılık su (%69,95), sıcak su (%70,81) ve etanol (%3,11) gruplarında ve 60°C'de kurutulmuş elde edilen %5'lik grupta tespit edildi. Mandalina kabuğu sulu ekstrelerinin DPPH radikalini giderme aktiviteleri kurutma sıcaklıklarına göre incelendiğinde gruplar arasında önemli bir fark gözlenmezken ($p > ,05$), etanol ekstresi gruplarında belirgin bir fark olduğu gözlemlendi ($p < ,05$). Ayrıca su ve etanol ekstreleri arasında istatistiksel olarak önemli farkların olduğu tespit edildi ($p < ,05$). Gruplar konsantrasyon açısından değerlendirildiğinde %5'lik sıcak su grubunun düşük DPPH radikalini giderme aktivitesi sergilediği, etanol gruplarında ise konsantrasyon arttıkça DPPH radikalini giderme aktivitelerinin de önemli oranda arttığı gözlemlendi ($p < ,05$).

80°C ve 60°C'de kurutulmuş farklı oranlarda ve farklı çözücülerde hazırlanan mandalina kabuğu ekstrelerinin troloks cinsinden



Şekil 5.

80°C ve 60°C'de Kurutulan Mandalina Kabuğunun Troloks Cinsinden Antioksidan Değerleri (IS: Ilık Su, SS: Sıcak Su, E: Etanol; 80 ve 60: Kurutma Sıcaklıkları [°C]).



Şekil 6.

Farklı Sıcaklıklarda Kurutulmuş Portakal Kabuğunun DPPH Radikallerini Giderme Aktiviteleri (IS: Ilık Su, SS: Sıcak Su, E: Etanol, 80 ve 60: Kurutma Sıcaklıkları [°C]).

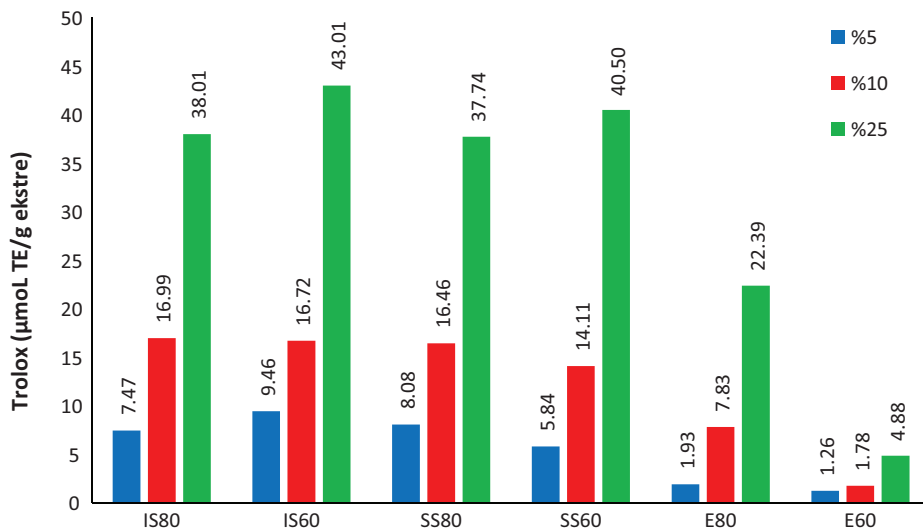
antioksidan değerleri Şekil 5'te verilmiştir. Elde edilen verilere göre mandalina kabuğunun ılık su ekstralarının 6,97-40,72 µmol TE/g ekstre, sıcak su ekstralarını 7,06-41,34 µmol TE/g ekstre ve etanol ekstralarının ise 0,29-24,94 µmol TE/g ekstre arasında troloks eşdeğeri antioksidan kapasiteye sahip oldukları belirlendi.

Mandalina kabuğu sulu ekstralarının troloks eş değeri antioksidan kapasitelerinin artan konsantrasyona bağlı olarak etanol ekstralarında daha yüksek olduğu ve istatistiksel olarak önemli farklılık gösterdiği gözlemlendi ($p < ,05$). Ayrıca konsantrasyon arttıkça troloks değeri antioksidan kapasitesinin arttığı tespit edildi. %25'lik konsantrasyonda mandalina kabuğunun ılık su ve sıcak su ekstralarının troloks eşdeğeri antioksidan kapasiteleri sırasıyla 40,72 µmol TE/g ekstre ve 41,34 µmol TE/g ekstre olarak bulundu.

Portakal Kabuğu Ekstrelerinin Antioksidan Değerleri

Portakal kabuğundan elde edilen ekstraların DPPH serbest radikalini giderme aktiviteleri Şekil 6'da gösterilmiştir.

Elde edilen veriler incelendiğinde portakal kabuğunun ılık su, sıcak su ve etanol ekstralarının DPPH radikalini giderme aktiviteleri sırasıyla %56,21-86,27, %58,63-82,55 ve %9,13-45,03 olarak belirlendi. Ayrıca portakal kabuğu ekstralarının (80°C) DPPH radikallerini giderme aktiviteleri incelendiğinde %10'luk ılık su ekstralarının %85,22, %25'lik sıcak su ve etanol ekstralarının ise sırasıyla %82,55 ve %45,03 oranında DPPH radikallerini giderdikleri tespit edildi. Portakal kabuğunun 60°C'de kurutulması ile elde edilen ekstraların DPPH radikallerini giderme aktiviteleri incelendiğinde ise %5'lik etanol ekstralarının %12,86; %25'lik ılık su ve sıcak su ekstralarının ise sırasıyla %86,27 ve %81,24 oranında DPPH radikallerini giderdikleri belirlendi. Çözücüler karşılaştırıldığında su ve etanol ekstralarının radikal giderme aktiviteleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklar olduğu tespit edildi ($p < ,05$). 60°C'de kurutulmuş portakal kabuğunun %5'lik ılık su, sıcak su ve etanol ekstralarının 80°C'de kurutulmuş %5'lik ekstralardan daha düşük DPPH



Şekil 7.

Farklı Sıcaklıklarda Kurutulmuş Portakal Kabuğunun Troloks Cinsinden Antioksidan Değerleri (IS: Ilık Su, SS: Sıcak Su, E: Etanol, 80 ve 60: Kurutma Sıcaklıkları [°C]).

Tablo 1.

Çay Tohumunun (80°C) Antimikrobiyal Sonuçları (mm)

Çay Tohumu (80 °C)	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella enterica</i>
Sıcak su %5	8,29 ± 1,82 ^b	7,83 ± 0,11 ^a	-	-
Sıcak su %10	7,65 ± 1,19 ^b	-	10,67 ± 0,13	-
Sıcak su %25	11,28 ± 2,42 ^{ab}	9,89 ± 0,22 ^a	-	-
Ilık su %5	9,79 ± 0,87 ^{ab}	11,98 ± 3,72 ^a	-	-
Ilık su %10	10,01 ± 1,81 ^{ab}	-	-	-
Ilık su %25	7,90 ± 0,90 ^b	-	-	-
Etanol %5	6,35 ± 0,55 ^b	-	-	-
Etanol %10	8,63 ± 1,81 ^b	12,00 ± 0,66 ^a	-	-
Etanol %25	14,97 ± 1,48 ^a	-	-	-

"-": inhibisyon zonu saptanmadı. Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a,b,c...) farklı ekstre grupları arasındaki istatistiksel farklılığı belirtir ($p < ,05$).

radikalini giderme aktivitesine sahip olduğu ve kurutma sıcaklıkları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlendi ($p < ,05$).

Portakal kabuğunun troloks cinsinden antioksidan kapasiteleri Şekil 7'de verilmiştir. 80°C ve 60°C'de kurutulan portakal kabuğu ılık su, sıcak su ve etanol ekstralarının troloks değeri antioksidan kapasiteleri sırasıyla 7,47(%5S80)-43,01(%25S60) $\mu\text{mol TE/g}$ ekstre, 5,84(%5SS60)-40,05(%25SS60) $\mu\text{mol TE/g}$ ekstre ve 1,26 (%5E60)-22,39(%25E80) $\mu\text{mol TE/g}$ ekstre arasında belirlendi. Portakal kabuğu su ekstralarının troloks cinsinden en yüksek antioksidan aktivite değerleri %25'lik ılık su ve sıcak su gruplarında sırasıyla 43,01 $\mu\text{mol TE/g}$ ekstre ve 40,50 $\mu\text{mol TE/g}$ ekstre olarak, %25'lik etanol ekstralarının troloks cinsinden en yüksek antioksidan aktivite değeri ise 22,39 $\mu\text{mol TE/g}$ ekstre olarak belirlendi. Sulu ekstralarının troloks değeri antioksidan kapasitelerinin konsantrasyona bağlı olarak arttığı tespit edildi. Çözücü bakımından ekstraları incelendiğinde su ekstralarının troloks değeri antioksidan kapasitelerinin etanol ekstralarının önemli oranda yüksek olduğu gözlemlendi ($p < ,05$).

Çay Tohumu Ekstrelerinin Antimikrobiyal Değerleri

Çay tohumunun 80°C'de kurutulması ile elde edilen ekstralarının antimikrobiyal verileri milimetre (mm) cinsinden Tablo 1'de gösterilmiştir. Çay tohumu ekstralarının *S. aureus* ve *L. monocytogenes* bakterilerine karşı daha fazla antimikrobiyal özellik gösterdiği tespit edildi. *Staphylococcus aureus* bakterisi için oluşan zon çapları incelendiğinde %25'lik etanol grubunun %25'lik sıcak su, %5'lik ılık su ve %10'luk ılık su grupları hariç olmak üzere diğer gruplardan istatistiksel olarak farklı olduğu belirlendi ($p < ,05$). Bununla birlikte sadece %10'luk sıcak su ekstralarının *E. coli* üzerinde antimikrobiyal özelliği gösterdiği tespit edildi.

Çay tohumunun 60°C'de kurutulması ile elde edilen ekstralarının disk difüzyon yöntemine göre belirlenen antimikrobiyal verileri Tablo 2'de verilmiştir. Sıcak su, ılık su ve etanol ekstralarının

sadece %5'lik konsantrasyonlara sahip ekstralarının antimikrobiyal etki gösterdiği bulundu. *L. monocytogenes*'e karşı bütün gruplar etki gösterirken özellikle etanol ile ekstre edilen grupların *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *E. coli*, *S. enterica* bakterileri için de antimikrobiyal etki sağladığı tespit edildi. *L. monocytogenes* bakterisi için elde edilen zon çapları açısından %5'lik ılık su ekstralarının aynı konsantrasyondaki sıcak su ve etanol ekstralarının istatistiksel olarak daha düşük olduğu belirlendi ($p < ,05$).

Mandalina Kabuğu Ekstrelerinin Antimikrobiyal Değerleri

Mandalina kabuğunun 60°C ve 80°C'de kurutulması ile elde edilen ekstralarının çalışmada kullanılan patojen bakteri türlerine karşı herhangi bir antimikrobiyal etkisinin olmadığı belirlendi.

Portakal Kabuğu Ekstrelerinin Antimikrobiyal Değerleri

Portakal kabuğunun 80°C'de kurutulması ile elde edilen ekstralarının disk difüzyon metoduna göre belirlenen antimikrobiyal verileri Tablo 3'te verilmiştir. Etanol ekstralarının %5 ve %25'lik konsantrasyonlarının *L. monocytogenes* suşuna karşı antimikrobiyal etkilerinin olduğu tespit edildi. *L. monocytogenes* zon çapları incelendiğinde %25'lik etanol grubunun %5'lik etanol grubuna kıyasla daha yüksek zon çapına sahip olduğu belirlendi ($p < ,05$). %5'lik sıcak su ekstralarının ise sadece *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edildi.

E. coli ve *S. enterica* bakterilerine karşı çalışmada kullanılan hiçbir grubun antibakteriyel etki göstermediği saptandı.

Portakal kabuğunun 60°C'de kurutulması ile elde edilen ekstralarının çalışmada test edilen dört farklı bakteriye karşı herhangi bir antimikrobiyal etki göstermediği tespit edildi.

Tartışma

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Rize ilinde yetiştirilen çay tohumu ile mandalina ve portakal kabuklarının antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri araştırıldı. Örnek materyaller 80°C ve

Tablo 2.

Çay Tohumunun (60°C) Antimikrobiyal Sonuçları (mm)

Çay Tohumu (60 °C)	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella enterica</i>
Sıcak su %5	-	8,67 ± 0,16 ^a	-	-
Ilık su %5	-	8,10 ± 0,07 ^b	-	-
Etanol %5	8,92 ± 0,05	8,73 ± 0,06 ^a	7,69 ± 0,15	7,73 ± 0,15

"-": inhibisyon zonu saptanmadı. Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a,b,c...) farklı ekstre grupları arasındaki istatistiksel farklılığı belirtir ($p < ,05$).

Tablo 3.
Portakal Kabuğunun (80°C) Antimikrobiyal Sonuçları (mm)

Portakal Kabuğu (80°C)	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella enterica</i>
Sıcak su %5	13,21 ± 4,16	-	-	-
Etanol %5	-	8,66 ± 0,28 ^b	-	-
Etanol %25	-	12,02 ± 0,56 ^a	-	-

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a,b,c...) farklı ekstre grupları arasındaki istatistiksel farklılığı belirtir ($p < .05$).

60°C'de kurutulmuş ve üç farklı konsantrasyon (%5, %10, %25) ile üç farklı çözücüyle (ılık su, sıcak su, etanol) ekstratlar elde edildi.

Çay tohumu: DPPH radikal süpürme aktivitesine göre çay tohumu ekstratlarında en fazla antioksidan etkinin 80°C ve 60°C'de kurutulan %25 konsantrasyondaki sıcak su (%85,47-%82,63) örneklerinde olduğu belirlendi. Etanol ile hazırlanan örneklerde ise önemli bir antioksidan aktivitenin olmadığı gözlemlendi.

Güçlü Üstündağ ve ark. (2016) siyah çayın fırın atığı, işleme atığı ve orijinal formları için su, %50 etanol ve %80 etanol ile hazırlanan ekstratların ABTS, DPPH ve FRAP analiz yöntemlerine göre antioksidan etki kapasitelerini araştırmışlardır. DPPH analiz sonuçlarında çözücü etkisinin önemli olduğunu ve en yüksek antioksidan etkinin mevcut çalışmanın aksine etanol ekstratlarında gözlemlendiğini vurgulamışlardır. Bu farklılığın uygulanan ekstraksiyon metodu ve kullanılan hammadde seçiminden dolayı meydana geldiği düşünülmektedir. Cavlak ve Yağmur (2016) bir fincan (mg/200 mL) demlenmiş yeşil çay ve siyah çayda DPPH radikalini giderme aktivitelerini sırasıyla %76,93 ve %77,53 olarak bildirmişlerdir. Bu sonuçlar mevcut çalışma ile karşılaştırıldığında ılık su ve sıcak sudan elde edilen çay tohumu ekstratları ile benzerlik göstermekte olup, etanol kullanılarak elde edilen ekstratlar ise daha yüksek olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada çay tohumundan elde edilen ekstratların en çok *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal etkilerinin olduğu ve en fazla etkinin %25'lik sıcak su (11,28 mm) ile etanol (14,97 mm) ekstratlarında olduğu tespit edildi. Ayrıca çay tohumunun *E. coli* ve *L. monocytogenes*'e karşı da hafif bir antimikrobiyal etkisi gözlemlendi. Güçlü Üstündağ ve ark. (2016) işleme atığı çayların fenolik madde içeriklerinin antimikrobiyal ve antioksidan etkisini araştırdığı çalışmada siyah çayın %50 etanol ekstratlarının *S. aureus* (3,65 mm), *S. flexneri* (2,57 mm) ve *B. cereus* (3,79 mm) bakterilerine karşı antimikrobiyal etki gösterdiği rapor edilmiştir. Bu sonuçlar, mevcut çalışmada çay tohumu ekstratlarının *S. aureus*'a karşı göstermiş olduğu antimikrobiyal aktiviteye kıyasla daha düşük bulunmuştur.

Orak ve ark. (2013) *S. aureus* bakterisine karşı 10 µL miktarında kullanılan beyaz, yeşil ve siyah çay ekstratları için ölçülen inhibisyon zon çaplarını sırasıyla 15,0 mm, 22,2 mm ve 9,3 mm olarak bildirmiş olup mevcut çalışmada çay tohumu ekstratlarının *S. aureus*'a karşı göstermiş olduğu inhibisyon zon çaplarına (6,35-14,97 mm) kıyasla benzer ya da daha yüksek sonuçlar gösterdiği görülmektedir. Bu farklılıkların Karslı (2021)'nin de belirttiği gibi kullanılan hammaddenin yetiştiği bölgeye, uygulanan ekstraksiyon yöntemine ve çözücü tipi gibi faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Er ve Kayış (2015) yeşillere eklenen çay tohumları ile beslenen gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) grubunda *Aeromonas hydrophila* bakterisinin neden olduğu hastalık belirtilerine rastlanmadığını bildirmişlerdir. Bitki ve meyvelerden elde edilen ekstratların antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi kullanılan hammaddenin yetiştiği bölgeye, uygulanan ekstraksiyon yöntemi ve çözücü tipi gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik

gösterebilmektedir (Karslı, 2021). Bu nedenle bu çalışmada elde edilen sonuçlar daha önceki çalışmaların sonuçlarından farklılık gösterebilmektedir.

Mandalina kabuğu: Mandalina kabuğundan elde edilen ekstratların maksimum % DPPH giderme değerleri ılık su, sıcak su ve etanol grupları için sırasıyla %83,11, %83,73 ve %50,12 olarak tespit edildi. Güzel ve Akpınar (2017) yaptıkları çalışmada mandalina kabuklarının biyoaktif bileşenleri ve antioksidan aktivitelerini incelemişler ve DPPH yöntemine göre mandalina kabuğunun %25'lik etanol ekstratlarının antioksidan değerini %19,46 olarak belirlemişlerdir. Rafiq ve ark. (2019) mandalina, portakal ve greyturun antioksidan kapasitelerini su ve aseton (1:10 w/v) ekstratları hazırlayarak incelemişlerdir. En yüksek antioksidan aktivitenin mandalina, greytur, tatlı limon ve kan portakalında sırasıyla %84,48, %77,33, %71,67, %63,21 ve %63,47 olduğunu rapor etmişlerdir.

Bu çalışmada mandalina kabuğundan elde edilen örneklerin *E. coli*, *L. monocytogenes*, *S. aureus* ve *S. enterica* bakterilerine karşı etki göstermediği belirlendi. Yavuzer ve Boğa (2020) mandalina kabuğu, portakal kabuğu, nar kabuğu, greytur kabuğu ve kekik bitkisinden elde ettikleri sulu ekstratların üç gıda kaynaklı bakteri (*S. aureus*, *Salmonella paratyphi A* ve *Klebsiella pneumoniae*) ve üç balık bozucu bakteriye (*Vibrio vulnificus*, *Pseudomonas luteola* ve *Photobacterium damsela*) karşı antimikrobiyal aktivitesini mikrodifüzyon ve disk difüzyon yöntemleriyle test etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre mandalina kabuğu ve portakal kabuğu ekstratlarının *V. vulnificus*, *P. luteola* ve *P. damsela* üremelerini engellemede etkili olduğunu ve çalışmada kullanılan ekstratların *S. paratyphi A* dışındaki tüm bakterilere karşı etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Viuda-Martos ve ark. (2008) limon (*C. limon L.*), mandalina (*C. reticulata L.*), greytur (*C. paradisi L.*) ve portakal (*C. sinensis L.*) uçucu yağlarının bitki gelişimine olumsuz yönde etki eden *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium chrysogenum* ve *Penicillium verrucosum*'a karşı antifungal etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre tüm yağların tüm küflere karşı antifungal aktivite gösterdiği, ancak portakal esansiyel yağının *A. niger*'e, mandalina esansiyel yağının *A. flavus*'a, greytur ise *P. chrysogenum* ve *P. verrucosum* küflerine karşı en iyi inhibitör olduğu rapor edilmiştir.

Çalışmada elde edilen veriler literatür ile karşılaştırıldığında antioksidan aktivite açısından benzer sonuçlar gözlenirken, antimikrobiyal aktivite açısından daha düşük değerlerin olduğu görülmüştür. Antimikrobiyal açıdan görülen farklılıkların meyvelerin cinsine, yetiştirilme koşullarına, hasat zamanına, ekstraksiyon yöntemine ve test edilen bakteri türüne bağlı olarak değişkenlik göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Portakal kabuğu: Portakal kabuğunun ılık su, sıcak su ve etanol ekstratlarının en yüksek DPPH radikal giderme aktiviteleri sırasıyla %86,27, %82,55 ve %45,03 olarak belirlendi. Zoral ve Turgay (2014) çalışmalarında 30 µg/mL konsantrasyonda portakal kabuğu etanol ekstratlarının DPPH serbest radikalini giderme aktivitesini %32

olarak belirlemişlerdir. Güzel ve Akpınar (2017) turuncgöl (mandalina, portakal, greylif) kabuklarından elde ettikleri farklı konsantrasyonlardaki (%0, %25, %50 ve %75) etanol ekstraktlarının biyoaktif bileşenlerini belirlemişler ve ekstraktların antioksidan aktivitelerini farklı yöntemlerle (TEAC, FRAP ve DPPH) tespit etmişlerdir. Bu araştırmacılar portakal kabuğunun %25'lik etanol ekstraktlarının DPPH serbest radikal giderme aktivitesini en düşük %16,15, en yüksek ise %18,40 olarak belirlediklerini rapor etmişlerdir.

Çalışmamızda portakal kabuğunun disk difüzyon yöntemi ile elde edilen antimikrobiyal aktivite sonuçlarına göre %5 ve %25 konsantrasyonda hazırlanan sıcak su ve etanol ekstraktlarının *L. monocytogenes* bakterisine karşı, %5'lik sıcak su ekstraktının ise *S. aureus*'a karşı etkili olduğu görüldü. Dikmetaş ve ark. (2019) farklı bölgelerde yetişmiş portakalların kabuklarından elde ettikleri hidrosol ve esansiyel yağların *S. aureus* (ATCC 25923) ve *E. coli* (ATCC 25922) bakterilerine karşı antimikrobiyal etkisini araştırmışlardır. Kuyucuk difüzyon metodu sonuçlarına göre portakal kabuğu hidrosolleri ile esansiyel yağların *E. coli* ve *S. aureus* bakterilerine karşı gösterdikleri inhibisyon zonları kıyaslandığında aralarındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığını belirtmişlerdir.

Bu çalışmada portakal kabuğu ekstraktlarında belirlenen antioksidan aktivite sonuçlarının literatüre kıyasla daha yüksek olduğu gözlenirken, antimikrobiyal aktivite sonuçlarının literatürle uyumlu olduğu görülmüştür. Bu çalışmada belirlenen yüksek antioksidan aktivite değerlerinin portakal kabuğu içerisinde yer alan fenolik bileşiklerin, uygulanan ekstraksiyon metodunun, ekstrakt konsantrasyonlarının, çözücü türlerinin ve coğrafi şartların etkili olduğu düşünülmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada Rize yöresinde yetiştiriciliği yapılan çay bitkisi ile mandalina ve portakal meyvesi kabuk atıklarının farklı çözümler kullanılarak farklı koşullarda ekstrakt edilmesiyle elde edilen ekstraktların antioksidan ve antimikrobiyal etkisi araştırılmıştır. Çay tohumu, mandalina kabuğu ve portakal kabuğu ekstraktlarının antioksidan verileri incelendiğinde elde edilen sonuçların birbirine benzer olduğu ve gruplar arasında aralarında belirgin bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Farklı konsantrasyonlarda (%5, %10, %25) hazırlanan ekstraktların konsantrasyon artışına bağlı olarak antioksidan özelliklerinin DPPH analiz sonuçlarına göre bazı gruplarda belirgin bir üstünlük sağlamadığı görülürken, troloks değerlerinde bu farkın daha belirgin olduğu gözlenmiştir. Kurutma sıcaklıklarının etkileri incelendiğinde görülen farklılıklar her ne kadar çok yüksek olmasa da 60°C'ye kıyasla 80°C'de kurutulmuş örneklerin daha iyi antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Çay tohumunun *S. aureus* ve *L. monocytogenes* suşlarına karşı kurutma sıcaklığı ve konsantrasyona bağlı olarak farklı antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Mandalina kabuğundan elde edilen hiçbir ekstraktın çalışmada test edilen patojen bakterilere karşı antimikrobiyal etki göstermediği tespit edilmiştir. 80°C'de kurutulmuş elde edilen portakal kabuğu ekstraktlarından sadece %5'lik sıcak su ekstraktının *S. aureus*'a karşı, %5 ve %25'lik etanol ekstraktlarının ise *L. monocytogenes*'e karşı antimikrobiyal etki gösterdiği belirlenmiştir. Çözücü olarak karşılaştırıldığında etanol gruplarının antimikrobiyal özelliklerinin diğer gruplara kıyasla nispeten daha fazla olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalar antioksidanların insan sağlığı açısından ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bitkisel kaynaklı besinler antioksidan maddelerce zengin doğal kaynaklardır. Günümüzde, kimyasal içerikli gıdaların tüketimine karşı olan tedirginliğin ve direncin

artması ile insanların doğal antioksidan madde içeren besinlere olan eğilimi daha da artırmaktadır. Bu doğrultuda, antioksidan maddelerce zengin olan bitkisel atıkların değerlendirilmesinde bu kaynakların kullanılmasını sağlayabilecek yeni yöntemlerin üzerinde çalışılması ve endüstriyel kullanım olanaklarının araştırılmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Gıda bozulmalarını önleyebilmek ve kalite kayıplarını azaltmak için doğal kaynaklı antioksidan maddelerin sağlanması ve bilinçli sanayi aşamalarının uygulanması durumunda bu önemli bileşiklerden daha fazla ve etkin bir biçimde yararlanılması söz konusu olacaktır. Çalışmalarda özellikle ekstraksiyon koşulları (çözücü, süre, sıcaklık, vb.), meyve ve bitkilerin yetiştirilme şartları, cinsi, hasat zamanı, toprak yapısı, denizden yüksekliği gibi özelliklerin antioksidan ve antimikrobiyal sonuçlar üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak; çay tohumu, portakal kabuğu ve mandalina kabuğundan farklı çözümler kullanılarak elde edilen ekstrakt içerisinde sıcak su ve ılık su ekstraktlarının etanole kıyasla daha yüksek antioksidan ve antimikrobiyal özellik gösterdiği belirlenmiştir. Bu nedenle sulu çözeltilerin kullanım kolaylığı sağlanması, yeşil ekstraksiyon yöntemiyle toksisitesinin olmaması ve çevreci olması açısından etanol çözeltilerine kıyasla daha çok tercih edilebileceği düşünülmektedir. Ayrıca, çözücünün yanı sıra ekstraktların antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinden daha fazla yararlanılması adına kurutma sıcaklığının da önemli olduğu ve 80°C'de kurutmanın 60°C'ye kıyasla daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar atık olarak değerlendirilen çay tohumu, mandalina kabuğu ve portakal kabuğundan faydalı bir ürüne dönüştürülerek gıda sanayinde potansiyel bir doğal antioksidan ve antimikrobiyal kaynağı olarak kullanılabilirliğini ortaya koymaktadır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G., Ö.Y.Ö., A.K.; Tasarım – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G., Ö.Y.Ö., A.K.; Denetleme – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G., Ö.Y.Ö., A.K.; Kaynaklar – E.Ç., B.K., Ö.Y.Ö.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G.; Analiz ve/veya Yorum – E.Ç., B.K., Ö.Y.Ö.; Literatür Taraması – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G.; Yazıyı Yazan – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G.; Eleştirel İnceleme – E.Ç., B.Kara., B.K., A.K., A.A.G.

Teşekkür: Bu çalışmaya FBA-2018-782 no'lu BAP projesi ile destek sağlayan Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Finansal Destek: Bu çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (RTEÜ BAP) [Proje kodu: FBA-2018-782] tarafından desteklenmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G., Ö.Y.Ö., A.K.; Design – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G., Ö.Y.Ö., A.K.; Supervision – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G., Ö.Y.Ö., A.K.; Resources – E.Ç., B.K., Ö.Y.Ö.; Data Collection and/or Processing – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G.; Analysis and/or Interpretation – E.Ç., B.K., Ö.Y.Ö.; Literature Search – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G.; Writing Manuscript – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G.; Critical Review – E.Ç., B.Kara., B.K., A.K., A.A.G.

Acknowledgments: We would like to thank Recep Tayyip Erdoğan University Scientific Research Projects Coordinatorship for supporting this study with the BAP project numbered FBA-2018-782.

Declaration of Interests: The authors declare that they have no competing interest.

Funding: This work was supported by Recep Tayyip Erdoğan University Scientific Research Project (RTEÜ BAP) [Project code: FBA-2018-782].

Kaynaklar

- Alpkent, Z., & Demir, M. (2006). *Gıdalarda Bulunan Antioksidan Maddeler ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri*. Türkiye 9. Gıda Kongresi. 24–26 Mayıs 2006, Bolu. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No 33.
- Al-Zoreky, N. S. (2009). Antimicrobial activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peels. *International Journal of Food Microbiology*, 134(3), 244–248. [CrossRef]
- Anderson, D. P. (1992). "In vitro immunization of fish spleen sections and NBT, phagocytic, PFC and antibody assays for monitoring the immune response". *Techniques in Fish Immunology (Vol. 2)*, SOS Publications, 79–87.
- Atak, E., Yıldız, E., & Uslu, M. E. (2017). Fenolik bileşiklerin enkapsülasyonu. *Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, 2(24), 82–92.
- Atman, Ü. C. (2004). Gıda katkı maddeleri ve gıda kontrolü. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 13(3), 86–88.
- Bayram, Y., Torlak, Y., & Sağdıç, O. (2019). Üvez meyvesinin antioksidan aktivitesi. *European Journal of Science and Technology*, 16, 933–939. [CrossRef]
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. [CrossRef]
- Çakı, S. (2018). *Kilis Karası (Vitis vinifera L) Meyvesi, Çekirdeği ve Posasının Antioksidan Özellikleri ve Toplam Fenolik Bileşik Miktarlarının Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çalkan, S. Ö., Sağlam, H., & Mert, E. (2021). Üzümde bulunan fitokimyasallar ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 3(3), 78–86.
- Cavlak, S., & Yağmur, C. (2016). Bazı poşet çayların toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 34(4), 11–19.
- Çelebi, F., Cengiz, İ., Çınar, A., & Şengül, E. (2020). Siklofosamidle indüklenmiş ratlarda serbest radikaller ve antioksidanlar üzerine naringinin protektif etkileri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 15(3), 231–236. [CrossRef]
- Cemeroğlu, B. (2004). *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*. Kültür ve Turizm Bakanlığı.
- Chan, E. W., Soh, E. Y., Tie, P. P., & Law, Y. P. (2011). Antioxidant and antibacterial properties of green, black, and herbal teas of *Camellia sinensis*. *Pharmacognosy Research*, 3(4), 266–272. [CrossRef]
- Çoban, E. Ç. (2019). *Portakal ve Limon Kabuklarının Antioksidan ve Antibakteriyel Özellikleri*. (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çon, A. H., Ayar, A., & Gökalp, H. Y. (1998). Bazı baharat uçucu yağlarının çeşitli bakterilere karşı antimikrobiyal etkisi. *Gıda*, 23(3), 171–175.
- Cooper, R., Morré, D. J., & Morré, D. M. (2005). Medicinal benefits of green tea: Part I. Review of noncancer health benefits. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 11(3), 521–528. [CrossRef]
- Deveci, H. A., Nur, G., Kırpık, M. A., Harmankaya, A., & Yıldız, Y. (2016). Fenolik bileşik içeren bitkisel antioksidanlar. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 26–32.
- Dikmetaş, D. N., Konuşur, G., Mutlu-İngök, A., Gülsünoğlu, Z., & Karbancıoğlu Güler, F. (2019). Portakal (*Citrus sinensis*) kabuğundan elde edilen hidrosol/esanseyel yağların antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(1), 274–283. [CrossRef]
- Doğangün, B. E. (2018). Limon Kabuklarından Antimikrobiyal Özellikli Yenilebilir Film Üretimi ve Karakterizasyonu. (Yüksek Lisans Tezi), Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Duan, X. J., Zhang, W. W., Li, X. M., & Wang, B. G. (2006). Evaluation of antioxidant property of extract and fractions obtained from a red alga, *Polysiphonia urceolata*. *Food Chemistry*, 95(1), 37–43. [CrossRef]
- Er, A., & Kayış, Ş. (2015). Çay bitkisi (*Camellia sinensis*) tohumunun gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) aeromonas hydrophila enfeksiyonuna karşı kullanımının araştırılması. *El-Ceziri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(3), 67–74. [CrossRef]
- Erdem, F., Gündoğan, E. N., Yılmaz, M. S., Sezgin, İ., Summakoğlu, Y., & Şakıyan, Ö. (2021). Microencapsulation of rosehip (*Rosa canina*) phenolic compounds. *Gıda*, 46(4), 1026–1039. [CrossRef]
- FAO. (2002). Antibiotics residue in aquaculture products. *The State of World Fisheries and Aquaculture*. The Food and Agriculture Organization, 74–82.
- Favela-Hernández, J. M. J., González-Santiago, O., Ramírez-Cabrera, M. A., Esquivel-Ferríño, P. C., & Camacho-Corona, Mdel R. (2016). Chemistry and pharmacology of *Citrus sinensis*. *Molecules*, 21(2), 247. [CrossRef]
- Fidrianny, I., Harnovi, M., & Insanu, M. (2014). Evaluation of antioxidant activities from various extracts of sweet orange peels using DPPH, FRAP assays and correlation with phenolic, flavonoid, carotenoid content. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 7(3), 186–190.
- Gargacı, A. (2010). *Buzdolabında Depolanan Hamsi (Engraulis encrasicolus, L., 1758) Balığının Raf Ömrüne Biberiye (Rosmarinus officinalis L.) Ekstraktının Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Güçlü Üstündağ, Ö. G., Erşan, S., Özcan, E., Özcan, G., Kayra, N., & Ekinci, F. Y. (2016). Black tea processing waste as a source of antioxidant and antimicrobial phenolic compounds. *European Food Research and Technology*, 242(9), 1523–1532. [CrossRef]
- Gülçin, I., Kireççi, E., Akkemik, E., Topal, F., & Hisar, O. (2010). Antioxidant, antibacterial, and anticandidal activities of an aquatic plant: Duckweed (*Lemna minor* L. Lemnaceae). *Turkish Journal of Biology*, 34(2), 175–188. [CrossRef]
- Güzel, M., & Akpınar, Ö. (2017). Turuncgil kabuklarının biyoaktif bileşenleri ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 153–167.
- Harborne, J. B., & Williams, C. A. (2000). Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55(6), 481–504. [CrossRef]
- Huang, D., Ou, B., & Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 1841–1856. [CrossRef]
- Karabulut, H., & Gülay, M. Ş. (2016). Serbest radikaller. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Enstitüsü Dergisi*, 4(1), 50–59.
- Karataş, İ. (2021). *Rubia tinctorum* L. (Kökboya) bitkisinin in vitro kök kültürlerinde hormon ve eksplant kaynaklarının sekonder metabolit üretimi ve antioksidan aktivitelerine etkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(5), 939–947. [CrossRef]
- Karatepe, T. U., & Ekerbiçer, H. Ç. (2017). Gıda katkı maddeleri. *Sakarya Medical Journal*, 7(4), 164–167. [CrossRef]
- Karslı, B. (2021). Antibacterial and antioxidant activity of pulp, peel and leaves of *Feijoa sellowiana*: Effect of extraction techniques, solvents and concentration. *Food and Health*, 7(1), 21–30. [CrossRef]
- Karslı, B., Caglak, E., & Kilic, O. (2021). Application of black cumin and green tea extracts and oils for microbiological, physicochemical, textural and sensorial quality of vacuum packaged rainbow trout fillets stored at 2±1°C. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 30(3), 271–282. [CrossRef]
- Kenar, M. (2009). *Aromatik Bitkilerden Elde Edilen Doğal Antioksidanların Balık Filetosu Üzerindeki Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Etkilerinin İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kılınc, B., Yalçın, H. T., & Sürengil, G. (2018). Meyve kabuklarının gıdalar için antimikrobiyal madde ve yenilebilir film olarak etkinliklerinin belirlenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 144–157. [CrossRef]
- Küçükgülmez, A., Çelik, M., Kadak, A. E., & Çıkrıkçı, M. (2011). Proximate and fatty acid composition of the keeled mullet (*Liza carinata*) from the North East Mediterranean Sea. *Journal of Applied Biological Sciences*, 5(1), 17–19.
- Kutlu, E. (2019). *İpekten Sökülen/Elde Edilen Serisinin Tekstil Sektöründe Değerlendirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Lee, K. W., Kim, Y. J., Lee, H. J., & Lee, C. Y. (2003). Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(25), 7292–7295. [CrossRef]
- Manjarres-Pinzon, K., Cortes-Rodriguez, M., & Rodriguez-Sandoval, E. (2013). Effect of drying conditions on the physical properties of impregnated orange peel. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 30(3), 667–676. [CrossRef]
- Mathur, A., Verma, S. K., Purohit, R., Gupta, V., Dua, V. K., Prasad, G. B. K. S., Mathur, D., Singh, S. K., & Singh, S. (2011). Evaluation of in vitro antimicrobial and antioxidant activities of peel and pulp of some citrus fruits. *IJPI's Journal of Biotechnology and Biotherapeutics*, 1(2), 1–17.
- Miller, N. J., Rice-Evans, C., Davies, M. J., Gopinathan, V., & Milner, A. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical Science*, 84(4), 407–412. [CrossRef]
- Mutlu, A., & Bilgin, Ş. (2016). Zeytin (*Olea europaea* L.) yaprağı ve yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.) ekstraktlarının buzdolabı koşullarında ($4\pm 1^\circ\text{C}$) depolanmış sıcak dumanlanmış alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının raf ömrüne etkisi. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 2(1), 19–29. [CrossRef]
- Oboh, G., & Ademosun, A. O. (2012). Characterization of the antioxidant properties of phenolic extracts from some citrus peels. *Journal of Food Science and Technology*, 49(6), 729–736. [CrossRef]
- Öğretmen, Ö. Y. (2022). *Scilla bifolia* L. (orman sümbülü) bitki kısımlarının antioksidan aktivitesinin belirlenmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 7(1), 9–14. [CrossRef]
- Okur, M. E., Karakaş, N., Karadağ, A. E., Uludağ, D., & Çicek Polat, D. Ç. (2019). Investigation of antioxidant and cytotoxic activities of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. fruit extract. *Journal of Pharmacy*, 49(3), 154–160. [CrossRef]
- Orak, H. H., Yagar, H., Isbilir, S., Demirci, A., & Gumus, T. (2013). Antioxidant and antimicrobial activities of white, green and black tea extracts. *Acta Alimentaria*, 42(3), 379–389. [CrossRef]
- Ötles, S., & Çağındı, Ö. (2005). Gıdaların depolanma koşullarının içerdikleri antioksidanlar üzerine etkileri. *Akademik Gıda*, 3(3), 27–28.
- Özkır, A. Ç. (2021). *Doğal Bir Antimikrobiyal ve Antioksidan Olan Propolisin Köfte Üretiminde Kullanımı* (Yüksek Lisans Tezi), Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Rafiq, K., Shaheen, N., & Shah, M. H. (2019). Evaluation of antioxidant activities and essential/toxic metal levels and their health risk assessment in citrus fruits from Pakistan. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(11), 650. [CrossRef]
- Raspo, M. A., Vignola, M. B., Andreatta, A. E., & Juliani, H. R. (2020). Antioxidant and antimicrobial activity of citrus essential oils from Argentina and the United States. *Food Bioscience*, 36, 100651. [CrossRef]
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9–10), 1231–1237. [CrossRef]
- Sakai, M. (1999). Current research status of fish immunostimulants. *Aquaculture*, 172(1–2), 63–92. [CrossRef]
- Sarder, M. R. I., Thompson, K. D., Penman, D. J., & McAndrew, B. J. (2001). Immune responses of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) clones: I. Non-specific responses. *Developmental and Comparative Immunology*, 25(1), 37–46. [CrossRef]
- Sedjati, S., Supriyanti, E., Ridlo, A., Soenardjo, N., & Santi, V. Y. (2018). Kandungan pigmen, total fenolik dan aktivitas antioksidan *Sargassum* sp. *Jurnal Kelautan Tropis*, 21(2), 137–144. [CrossRef]
- Sezen, S., Özer, S., & Çınar, F. (2021). Turunç (*Citrus aurantium* L.) yaprak, meyve kabuğu ve suyu uçucu yağlarının kimyasal bileşenleri, antioksidan ve antibakteriyel etkinlikleri. *Mediterranean Fisheries and Aquaculture Research*, 4(3), 58–73.
- Suzuki, K., Misaka, N., & Sakai, D. K. (2006). Efficacy of green tea extract on removal of the ectoparasitic flagellate *Ichthyobodo necator* from chum salmon, *Oncorhynchus keta*, and masu salmon, *O. masou*. *Aquaculture*, 259(1–4), 17–27. [CrossRef]
- Tenore, G. C., Ciampaglia, R., Arnold, N. A., Piozzi, F., Napolitano, F., Rigano, D., & Senatore, F. (2011). Antimicrobial and antioxidant properties of the essential oil of *Salvia lanigera* from Cyprus. *Food and Chemical Toxicology*, 49(1), 238–243. [CrossRef]
- TÜİK. (2021). *Bitkisel Üretim İstatistikleri*. Türkiye İstatistik Kurumu. Retrieved from <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249&dil=1> (Erişim Tarihi: 31.05.2022).
- Tülüce, G., Temelli, S., & Eyiğör, A. (2021). Gıda ortamında hayata tutunma: Bakteriyele çoğunluk algılama. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 92(1), 83–94. [CrossRef]
- Turhan, İ., Tetik, N., & Karhan, M. (2006). Turunçgil kabuk yağlarının elde edilmesi ve gıda endüstrisinde kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3, 71–77.
- USDA (2021). The United States Department of Agriculture. Retrieved from <https://www.nass.usda.gov/> (Erişim Tarihi: 31.05.2022).
- Varlı, M., Hancı, H., & Kalafat, G. (2020). Tıbbi ve aromatik bitkilerin üretim potansiyeli ve biyoyararlılığı. *Research Journal of Biomedical and Biotechnology*, 1(1), 24–32.
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., & Pérez-Álvarez, J. (2008). Antifungal activity of lemon (*Citrus lemon* L.), mandarin (*Citrus reticulata* L.), grapefruit (*Citrus paradisi* L.) and orange (*Citrus sinensis* L.) essential oils. *Food Control*, 19(12), 1130–1138. [CrossRef]
- Yaman, K. (2012). *Bitkisel atıkların değerlendirilmesi ve ekonomik önemi*. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 12(2), 339–348.
- Yavuzer, E., & Boğa, E. K. (2020). Testing the antimicrobial effects of some hydrosols on food borne-pathogens. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 6(1), 47–51. [CrossRef]
- Yılmaz, Ö., & Boyacıoğlu, M. (2020). Bazı sentetik antioksidanların 2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazi I (DPPH) radikal süpürme kapasitesi yöntemi ile antioksidan aktivitelerinin araştırılması. *Journal of Research in Veterinary Medicine*, 39(2), 67–72. [CrossRef]
- Zoral, F. B., & Turgay, Ö. (2014). Çeşitli gıda atıklarının toplam fenolik madde içeriğinin, antioksidan ve antimikrobiyel aktivitelerinin araştırılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 17(2), 24–33. [CrossRef]