**T.C.**
**SELÇUK ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# FARKLI DEMLEME YÖNTEMLERİ KULLANILARAK HAZIRLANAN YENİLEBİLİR LEYLAK ÇİÇEĞİNİN BİTKİSEL ÇAY OLARAK KULLANIMI

**RUKİYE YİĞİT**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Haziran-2021**
**KONYA**
**Her Hakkı Saklıdır**

# ÖZET

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

## FARKLI DEMLEME YÖNTEMLERİ KULLANILARAK HAZIRLANAN YENİLEBİLİR LEYLAK ÇİÇEĞİNİN BİTKİSEL ÇAY OLARAK KULLANIMI

**Rukiye YİĞİT**

**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**
**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. Hacer ÇOKLAR**

**2021, 126 Sayfa**

**Jüri**
**Doç. Dr. Hacer ÇOKLAR**
**Prof. Dr. Mehmet AKBULUT**
**Dr. Öğretim Üyesi Duygu BALPETEK KÜLCÜ**

Sağlıklı ve dengeli beslenmenin her geçen gün daha da önem kazanmasına bağlı olarak, bu çalışma kapsamında yenilebilir çiçeklerden biri olan leylak kullanılmış ve bitki çayı olarak tüketilme durumu değerlendirilmiştir. Öncelikle leylak çiçeği tepsili kurutucu ve gölge olmak üzere iki farklı yöntemle kurutulmuş ve kurutmanın etkisi değerlendirilmiştir. Genel olarak tepsili kurutucuda ve gölgede kurutma birbirine benzer sonuçlar vermiş olmakla birlikte, kurutma sonrası çiçeğin *b** değeri ve DPPH antioksidan aktivitesi ile mineral kompozisyonunun gölgede kurutulan çiçeklerde daha iyi olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Leylak çiçeğinin çay olarak değerlendirilmesinde ise, infüzyona alternatif olarak mikrodalga ve ultrases destekli demleme yöntemleri kullanılmıştır. Demleme süresinin etkinliğini de değerlendirmek için çaylar 2, 5 ve 10 dk süresince demlenmiştir. Çalışma kapsamında leylak çaylarının renk, brix, pH, asitlik ve bulanıklık değerleri, biyoaktif özellikleri (fenolik ve monomerik antosiyanin içerikleri ile antioksidan aktivitesi) ile mineral ve fenolik kompozisyonu değerlendirilmiştir. Genel olarak demleme yöntemi ve süresi, pH ve bulanıklık değerleri dışında, çayların biyoaktif özellikleri üzerinde etkili olmuştur ($p<0.05$).

Demleme yöntemi olarak mikrodalga ve infüzyon çoğunlukla birbirine yakın sonuçlar vermiş, ancak ultrases leylak çaylarının demlenmesinde bu iki yöntemden daha etkisiz kalmıştır. Çayların demlenme süresi ise, çayın fizikokimyasal ve biyoaktif özellikleri üzerine anlamlı bir şekilde etki etmiş, 10 dk demlemede en yüksek ekstraksiyon verimi elde edilmiştir. Bununla birlikte, yöntem ve süre birlikte değerlendirildiğinde bazı analizlerde infüzyon, bazılarında ise mikrodalganın daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Tepsili kurutucuda kurutulan çiçek çaylarının 100 ml'de, demleme süresine bağlı olarak, 4.813-20.465 mg aralığında toplam fenolik ile 0.609-1.667 (DDPH) ve 0.628-1.599 (ABTS) mmol TE aralığında antioksidan aktivite gösterdiği, gölgede kurutulan çiçeklerin çaylarının ise 4.030-16.096 mg aralığında toplam fenolik madde ile 0.422-1.531 (DDPH) ve 0.470-1.784 (ABTS) mmol TE aralığında antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Fenolik profilleri bakımından ise, çayların farklı oranlarda oleuropein, kamferol-3-glikozit, gentisik asit, klorojenik asit, kafeik asit, ferulik asit ve rosmarinik asit fenollerini içerdiği belirlenmiştir.

Yenilebilir çiçeklerden biri olan leylak çiçeği içerdiği fitokimyasallardan ve gösterdiği antioksidan aktiviteden ötürü sağlıklı yaşamı destekleyecek nitelikte bitki çayı olarak değerlendirilebilir. Leylak çayının hazırlanmasında ise, infüzyona alternatif olarak mikrodalga yöntemi kullanılarak çayın 10 dk boyunca demlenmesi önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** antioksidan aktivite, bitki çayları, fenolik madde, leylak, yenilebilir çiçekler

# ABSTRACT

## MS THESIS

## USE OF EDİBLE LİLAC FLOWERS PREPARED USİNG DİFFERENT BREWİNG METHODS AS HERBAL TEA

**Rukiye YİĞİT**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY**
**THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE**
**IN FOOD ENGINEERING**

**Advisor: Assoc. Prof. Dr. Hacer ÇOKLAR**

**2021, 126 Pages**

**Jury**
**Assoc. Prof. Dr. Hacer ÇOKLAR**
**Prof. Dr. Mehmet AKBULUT**
**Asst. Prof. Dr. Duygu BALPETEK KÜLCÜ**

Due to the fact that healthy and well-balanced nutrition gains more and more importance day by day, lilac, one of the edible flowers, was used within the scope of this study and its consumption status as herbal tea was evaluated. Primarily, the lilac flower was dried by two different methods, namely, oven and shade, and the effect of drying was evaluated. Generally, drying in the oven and in the shade gave similar results, but the blue color of the flower after drying and DPPH antioxidant activity and mineral composition were found to be better in the flowers dried in the shade ($p < 0.05$).

In the evaluation of lilac plant as a herbal tea, as an alternative to infusion, microwave and ultrasound-assisted brewing methods were used. To evaluate the effectiveness of the brewing time, teas were brewed for 2, 5 and 10 minutes. Within the scope of the study, color, brix, pH, acidity and turbidity values, bioactive properties (phenolic and monomeric anthocyanin content and antioxidant activity) and mineral and phenolic composition of lilac teas were evaluated. In general, the brewing method and time were effective on the bioactive properties of teas, except for pH and turbidity values ($p < 0.05$). As the brewing method, microwave and infusion mostly yielded similar results, but ultrasound was less effective than these two methods in brewing lilac teas. The brewing time of the teas significantly affected the physicochemical and bioactive properties of the tea, and the highest extraction efficiency was obtained in 10 minutes of brewing. However, when the method and time were evaluated together, it was determined that infusion gave better results in some analyzes and microwave in some analyzes.

Oven-dried flower teas contain total phenolic compounds in the range of 4.813-20.465 mg and showed antioxidant activity in the range of 0.609-1.667 (DDPH) and 0.628-1.599 (ABTS) mmol TE in 100 ml, depending on the brewing time. Shade-dried flower teas also contain total phenolic compounds in the range of 4.030-16.096 mg and showed antioxidant activity in the range of 0.422-1.531 (DDPH) ve 0.470-1.784 (ABTS) mmol TE in 100 ml. In terms of phenolic profiles, it was determined that teas contain different proportions of oleuropein, campherol-3-glycoside, gentic acid, chlorogenic acid, caffeic acid, ferulic acid and rosmarinic acid phenols.

Lilac flower, one of the edible flowers, can be considered as a herbal tea that supports a healthy life due to the phytochemicals it contains and its antioxidant activity. In scope of this study, it can be recommended to brew the tea for 10 minutes using the microwave method as an alternative to infusion in the preparation of lilac tea.



**Keywords:** antioxidant activity, edible flowers, herbal teas, lilac, phenolic substance

# ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim süresince değerli katkılarıyla bana yol gösteren Doç. Dr. Hacer ÇOKLAR ve Prof. Dr. Mehmet AKBULUT hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca hayatımın her alanında olduğu gibi, bu süreçte de her daim yanımda olan, beni yalnız bırakmayan, maddi manevi desteklerini üzerimden eksik etmeyen ve inanç ve güvenleriyle bana ışık olan değerli aileme ve kıymetli arkadaşlarıma sonsuz sevgi ve minnetlerimi sunarım.

Bu tez çalışmasını destekleyen Selçuk Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü'ne de ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

Rukiye YİĞİT
KONYA-2021

# İÇİNDEKİLER

**ÖZET** ..... **iv**

**ABSTRACT** ..... **v**

**ÖNSÖZ** ..... **vi**

**İÇİNDEKİLER** ..... **vii**

**SİMGELER VE KISALTMALAR** ..... **x**

**1. GİRİŞ** ..... **1**

**2. KAYNAK ARAŞTIRMASI** ..... **3**

2.1. Yenilebilir Çiçekler ..... 3
2.1.1. Leylak ..... 4
2.2. Bitki Çayları ..... 5
2.3. Fenolik Maddeler ve Antioksidan Özellikleri ..... 6
2.3.1 Fenolik bileşikler ..... 9
2.3.1.1. Basit fenoller ve fenolik asitler ..... 11
2.3.1.1.1. Hidroksisinamik asitler ..... 11
2.3.1.2. Flavonoller ..... 11
2.3.1.3. Flavonlar ..... 12
2.3.1.4. Flavanonlar ..... 13
2.3.1.5. Antosiyaninler ..... 14
2.3.1.6. Flavan-3-oller ..... 14
2.3.1.7. Flavonoid ve fenolik asit olmayan gruplar ..... 15
2.4. Bitki Çayları ve Yenilebilir Çiçeklerle İlgili Yapılan Çalışmalar ..... 16
2.5. Demleme Yöntemleri ..... 21
2.5.1. İnfüzyon ile demleme ..... 21
2.5.2. Mikrodalga ile demleme ..... 22
2.5.3. Ultrases ile demleme ..... 27

**3. MATERYAL VE YÖNTEM** ..... **31**

3.1. Materyal ..... 31
3.2. Çayların Demlenmesi ..... 32
3.2.1. İnfüzyon yöntemiyle demleme ..... 32
3.2.2. Ultrases yöntemiyle demleme ..... 32
3.2.3. Mikrodalga yöntemiyle demleme ..... 32
3.3. Analiz Yöntemleri ..... 33
3.3.1. Renk ölçümü ..... 33
3.3.2. Brix ölçümü ..... 33
3.3.3. Bulanıklık ölçümü ..... 33
3.3.4. pH ölçümü ..... 33
3.3.5. Yüzde titrasyon asitliği ölçümü ..... 33
3.3.6. Mineral madde analizi ..... 33
3.3.7. Kurutulmuş leylak çiçeklerinin ekstraksiyonu ..... 34

3.3.8. Toplam fenolik madde tayini ..... 34
3.3.9. Toplam monomerik antosiyanin tayini ..... 34
3.3.10. Toplam antioksidan analizleri ..... 35
3.3.10.1. DPPH ile antioksidan analizi ..... 35
3.3.10.2. ABTS ile antioksidan analizi ..... 35
3.3.11. Fenolik madde profili analizi ..... 35
3.3.12. İstatiksel analiz ..... 36

**4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA ..... 37**

4.1. Farklı Kurutma Yöntemlerinin Leylak Çiçeğinin Özellikleri Üzerine Etkisi ..... 37
4.1.1. Farklı kurutma yöntemlerinin leylak çiçeğinin renk özellikleri üzerine etkisi ..... 37
4.1.2. Farklı kurutma yöntemlerinin leylak çiçeğinin toplam fenolik ve antosiyanin madde miktarları üzerine etkisi ..... 38
4.1.3. Farklı kurutma yöntemlerinin leylak çiçeğinin fenolik profilleri üzerine etkisi ..... 39
4.1.4. Farklı kurutma yöntemlerinin leylak çiçeğinin antioksidan aktivitesi üzerine etkisi ..... 42
4.1.5. Farklı kurutma yöntemlerinin leylak çiçeğinin mineral madde içerikleri üzerine etkisi ..... 43
4.2. Farklı Demleme Yöntemi ve Süresinin Leylak Çiçeği Çayının Özellikleri Üzerine Etkisi ..... 47
4.2.1. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının asitlik değerleri üzerine etkisi ..... 47
4.2.1.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 47
4.2.1.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 47
4.2.2. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının pH değerleri üzerine etkisi ..... 48
4.2.2.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 48
4.2.2.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 51
4.2.3. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının brix değerleri üzerine etkisi ..... 51
4.2.3.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 51
4.2.3.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 52
4.2.4. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının bulanıklığı üzerine etkisi ..... 53
4.2.4.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 53
4.2.4.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 53
4.2.5. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının renk özellikleri üzerine etkisi ..... 55
4.2.5.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 55
4.2.5.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 58
4.2.6. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi ..... 61
4.2.6.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 61
4.2.6.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 62
4.2.7. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının toplam monomerik antosiyanin miktarı üzerine etkisi ..... 69
4.2.7.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 69

4.2.7.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 69
4.2.8. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının fenolik profili üzerine etkisi ..... 71
4.2.8.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 71
4.2.8.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 72
4.2.9. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının DPPH-antioksidan aktivitesi üzerine etkisi ..... 78
4.2.9.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 78
4.2.9.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 78
4.2.10. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının ABTS-antioksidan aktivitesi üzerine etkisi ..... 80
4.2.10.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 80
4.2.10.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 81
4.2.11. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının mineral madde içerikleri üzerine etkisi ..... 83
4.2.11.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 83
4.2.11.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme ..... 87

**5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER ..... 94**

5.1. Sonuçlar ..... 94
5.2. Öneriler ..... 95

**KAYNAKLAR ..... 96**

**ÖZGEÇMİŞ ..... 126**

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

| | |
|---|---|
| °C : | Santigrat derece |
| % : | Yüzde |
| > : | Büyük |
| < : | Küçük |
| Δ: | Delta |
| ($HO_2$•): | Hidroperoksil |
| (•OH): | Hidroksil |
| ($ONOO^-$): | Peroksinitriti |
| ($O_2$•): | Süperoksit anyon |
| (RO•): | Andalkoksil |
| (ROO•): | Peroksil |
| Al: | Alüminyum |
| B: | Bor |
| C: | Karbon |
| Ca: | Kalsiyum |
| Cu: | Bakır |
| Fe: | Demir |
| FeSO4: | Demir (II) Sülfat |
| HClO : | Hipoklorit |
| K: | Potasyum |
| KCl : | Potasyum klorür |
| Mg: | Magnezyum |
| Mn: | Mangan |
| NaCl : | Sodyum Klorür |
| $Na_2CO_3$: | Sodyum karbonat |
| NaOH: | Sodyum hidroksit |
| P: | Fosfor |
| S: | Sülfür |
| Sr: | Stronsiyum |
| Ti: | Titanyum |
| V: | Vanadyum |
| Zn: | Çinko |
| ε: | Molar absorplama katsayısı |

### Kısaltmalar

| | |
|---|---|
| A: | Absorbans farkı |
| AA(E): | Antioksidan Aktivite (Eşdeğeri) |
| ABD: | Amerika Birleşik Devletleri |
| ABTS: | 2,2-azinobis-(3-etilbenzotiazoline-6-sulfonikasid) |
| AEAC : | Askorbik Asit Eşdeğeri Antioksidan Analizi |
| BDE: | Bağ Ayrılma Entalpisi |
| CAA : | Hücresel Antioksidan Aktivite |
| $cm^2$: | Santimetrekare |
| CUPRAC: | Bakır iyonu (Cu+2) azaltıcı antioksidan güç |

| | |
|---|---|
| D: | Seyreltme faktörü |
| dk. : | Dakika |
| DMPD: | N, N-dimetil-p-fenilenediamin |
| DNA: | Deoksiribo nükleik asit |
| DPPH: | 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil |
| DW: | Dry weight/ Kuru ağırlık |
| EC50/ IC50: | Yarım Maksimal Etkili Konsantrasyon |
| EGCG : | Epigallokateşin gallat |
| EGC : | Epigallocateşin |
| FRAP: | Demir İyon Azaltıcı Antioksidan Güç |
| FSP: | Fükoz Sülfatlı Polisakkarit |
| FW: | Çiçek ağırlığı |
| g : | Gram |
| GAE: | Gallik asit eşdeğeri |
| GC : | Gallocateşin |
| GHz: | Gigahertz |
| GRAS: | Generally Recognized as Safe |
| HAT: | Hidrojen Atomu Transferi |
| HaCaT : | İnsan Ölümsüzleştirilmiş Tümörjenik Olmayan Keratinosit Hücre Hattı |
| HepG2: | İnsan Hepatoselüler Karsinom Hücre Hattı |
| HPLC : | High Performance Liquid Chromotography (Yüksek Performanslı Sıvı Kromotografisi) |
| ICP-AES : | İndüktif Olarak Bağlanmış Plazma Atomik Emisyon Spektrometre |
| kg : | Kilogram |
| kHz : | Kilohertz |
| kJ: | Kilojul |
| L : | Litre |
| MAE: | Microwave Assisted Extraction- Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon |
| Mhz : | Megahertz |
| µg : | Mikrogram |
| µl : | Mikrolitre |
| mg : | Miligram |
| ml : | Mililitre |
| M.Ö. : | Milattan Önce |
| MRSA : | Metisiline Dirençli *Staphylococcus aureus* |
| MSSA : | Metisiline Duyarlı *Staphylococcus aureus* |
| MW: | Moleküler ağırlık |
| N: | Normalite |
| NTU : | Nephelometric Turbidity Unit |
| ORAC: | Oksijen Radikal Absorbans Kapasitesi |
| pH : | Power of Hydrogen |
| POD: | Peroksidaz |
| PPO : | Polifenol oksidaz |
| r: | Korelasyon katsayısı |
| RNS: | Reaktif Azot Türleri |
| ROS : | Reaktif Oksijen Türleri |
| rpm: | Revolutions per minute- bir dakikadaki tur sayısı |
| SÇKM: | Suda çözünür kuru madde |
| SE : | Solvent Ekstaksiyonu |
| SET: | Tek Elektron Transferi |

| | |
|---|---|
| SI : | Swollen index- şişme indeksi |
| STZ : | Streptozotocin |
| TA : | Titrasyon Asitliği |
| TBARS : | Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeler |
| TE: | Trolox Eğdeğeri |
| TFC: | Toplam Flavonoid İçerikleri |
| TOSCA: | Toplam Oksiradikal Süpürme Kapasitesi Deneyi |
| TPC: | Toplam Fenolik İçerikleri |
| TRAP: | Toplam Radikal Yakalama Antioksidan Parametresi |
| UAE: | Ultrasound Assisted Extraction- Ultrases Destekli Ekstraksiyon |
| UMAE: | Ultrases & Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon |
| UV: | Ultraviyole |
| vb.: | ve benzeri |
| W : | Watt |

# 1. GİRİŞ

Yenilebilir çiçekler, geleneksel olarak çeşitli kültürlerde, gıdaların besleyici ve duyusal özelliklerini arttırmak için garnitür, salata, çorba, meze ve tatlı gibi ürünlerde ve içeceklerde yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Lim, 2012; Ngoitaku, Kwannate, & Riangwong, 2016). Duyusal özelliklerin yanı sıra, yenilebilir çiçek türleri, fenolik bileşikler de dahil olmak üzere iyi bir fitokimyasal kaynağı oldukları için tüketici sağlığına yarar sağlamaktadırlar (Pires et al., 2018). Yenilebilir çiçek türlerinden biri olan leylak, *Syringa vulgaris* L., Avrupa'ya özgü ve Kuzey Amerika'da ve Balkanlarda yetiştirilen, çok yıllık, yaprak döken bir çalıdır (Varga et al., 2019). Çiçekleri çoğunlukla beyaz, menekşe ve mor renklere sahip olan leylak, nisan ve mayıs aylarında açmaktadır (Rudolf, Slabaugh, & Shaw, 2008).

Bitkisel kaynaklı gıda ve içeceklerin sağlık üzerindeki olumlu etkileri, içerdikleri makro ve mikro bileşenlerin yanı sıra bu fitokimyasal içeriklerinden ileri gelmektedir. Fitokimyasallar içerisinde en fazla ve en geniş dağılımda bulunan ve kromon, kumarin, lignin, stilben, ksanton gibi bileşenleri içeren polifenol sınıfının, antioksidan, antiaterosklerotik, antiinflamatuvar, antimutajenik, antitümör, antibakteriyel, antiviral, anti-alerjik ve bağışıklık uyarıcı aktiviteler gösterdikleri bilinmektedir (Atoui, Mansouri, Boskou, & Kefalas, 2005; McKay, Miller, & Blumberg, 2011).

*Syringa* türleri üzerinde yapılan önceki fitokimyasal çalışmalar; bu türlerde çeşitli biyoaktif özellikler gösteren 140'tan fazla ikincil metabolitin varlığını ortaya koymuştur (Filipek, Wyszomierska, Michalak, & Kiss, 2019; Su et al., 2015; Varga et al., 2019). Çiçekler bu anlamda, fenolik asit, flavonoid, antosiyanin ve diğer birçok fenolik bileşik gibi doğal antioksidanlar içermeleri bakımından bitkilerin önemli parçalarıdır (Ngoitaku et al., 2016).

Antioksidanlar, hücrelere ve biyolojik hedeflere saldırmadan önce serbest radikalleri stabilize veya inaktive etme kabiliyeti göstermektedirler. Bu nedenle hücresel ve sistem sağlığın ve refahın sürekliliği açısından kritik bir role sahiptirler (Atoui et al., 2005). Antioksidan bakımından zengin içeriğe sahip olan gıdaların kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıklar ile kanseri önlemede anahtar bir rol oynadığı bildirilmektedir. Gıdalardaki antioksidan bileşikler, bir organizmadaki hücrelerin ve dokuların serbest radikal aracılığıyla bozulmasını azaltma yeteneklerinden dolayı çok önemlidirler. Sebze, baklagiller, tahıllar ve bitkiler iyi antioksidan

kaynaklarıdır. Bunlarla beraber, çay ve bitkisel infüzyonlar, diyetimizdeki fenolik bileşiklerin ana kaynağına katkıda bulunur (Albayrak, Aksoy, Sagdic, & Albayrak, 2012).

Bitki çayları, *C. sinensis* dışında kalan bir veya birden fazla bitki kullanılarak, çoğunlukla kaynatma, infüzyon veya maserasyon yoluyla hazırlanan içeceklerdir (Agency, 2010; Malongane, McGaw, & Mudau, 2017). Bitki çaylarının hastalıkların önlenmesi ve tedavisindeki rolleri, bir dereceye kadar, bileşenlerinin antioksidan özelliklerine (vitamin A ve E, suda çözünür C vitamini ve geniş amfipatik moleküller, fenolik bileşikler) atfedilmektedir (Albayrak et al., 2012).

Bu çalışmada, bitkisel çay yelpazesindeki çay sayısının artırılması amacıyla, daha önce detaylı olarak çalışılmamış olan yenilebilir leylak çiçeğinin bitkisel çay olarak kullanılması ele alınmıştır. Çiçeklenme zamanında toplanan çiçekler raf ömrünün artırılması amacıyla kurutulmuş (gölgede veya tepsili kurutucuda), 90°C sıcaklıkta, 2, 5 ve 10 dakika olmak üzere farklı sürelerde demlenmiştir. Ayrıca, bitki çayı hazırlamada geleneksel olarak kullanılan infüzyon metoduna alternatif olarak, mikrodalga ve ultrases teknikleri de çalışılmıştır. Üç farklı demleme yöntemi ve üç farklı süre uygulanarak hazırlanan leylak çayları üzerinde yapılan analizlerle, bu parametrelerin leylak çayındaki etkinlikleri değerlendirilmiştir. Böylece leylak çayının biyoaktif bileşikleri ile fizikokimyasal özellikleri belirlenecek ve klasik demleme (sıcak suda) işlemine alternatif olması açısından ultasonik su banyosunda ve mikrodalgada demleme yöntemleriyle karşılaştırılmıştır.

# 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

## 2.1. Yenilebilir Çiçekler

Yenilebilir çiçekler, diyet içinde tüketilen, sağlık için yararları olan, toksik olmayan, zararsız çiçekler olarak tanımlanmaktadır (Lu, Li, & Yin, 2016). Birçok çiçek yenilebilir olup çoğu mutfak bitkisinin çiçekleri güvenlidir. Bununla birlikte, yenilebilir çiçekler tüketilirken bilimsel adları kullanılarak seçilmelidir (Newman & O'Conner, 2009). Yenilebilir çiçekler dünya çapında 97 aileden, 100 cinsten ve 180 türden elde edilmekle birlikte, yenilebilir çiçek sayısı bölgeye göre değişmektedir (Lu et al., 2016). Yenilebilir çiçeklerin tüketilmesiyle ilgili ilk kayıtlar M.Ö. 140 yılına kadar giderken, bu çiçeklerin uzun yıllardır kullanılageldiği bilinmektedir (Fernandes, Casal, Pereira, Saraiva, & Ramalhosa, 2020). Yenilebilir çiçekler Asya, antik Yunanistan ve Roma, Mısır, Fransa, Avrupa, İngiltere ve Orta Doğu bölgesi gibi birçok yerde kullanılmaktadır (Fernandes et al., 2020; Lu et al., 2016).

Çiçekler, gıdaların besleyici ve duyusal niteliklerini arttırmak için çeşitli şekillerde, renklerde ve tatlarda tüketilebilir (Lim, 2012). Leziz bir tat, taze ve egzotik bir aroma, benzersiz bir koku ve çekici bir görsellik katmaları açısından sos, jöle, salata, şurup, sirke, bal, yağ, çay, kokulu şekerler ve aromalı likörler gibi çeşitli ürünlerde kullanılmaktadırlar (Lu et al., 2016; Newman & O'Conner, 2009; Pires et al., 2018). Duyusal özelliklerin yanı sıra, çeşitli yenilebilir çiçek türleri, fenolik bileşikler de dahil olmak üzere iyi bir fitokimyasal kaynağı oldukları için tüketiciye sağlık için yarar sağlar (Pires et al., 2018). İçerdikleri bu fenolik bileşiklerin etkisinden ileri gelen antioksidan aktivite, serbest radikal süpürme, diyabet, kardiyovasküler hastalık ve kanser gibi çeşitli hastalıkların inhibisyonu gibi potansiyel sağlık etkileri açısından değerlendirilirler (Kucekova, Mlcek, Humpolicek, & Rop, 2013; Pires et al., 2018). Bu anlamda, çeşitli bitkiler ve bunların ürünleri gıdalarda doğal koruyucu, aroma ve lezzet verici maddeler olarak kullanılmakla birlikte, aynı zamanda insanlarda görülen bazı hastalıkların tedavisi için de kullanılmıştır (Pires et al., 2018). Hem tüketicilerin yeni lezzet arayışları hem de içerdikleri biyoaktif bileşiklerden faydalanabilmek için yenilebilir çiçeklere son dönemlerde dünya genelinde artan bir talep vardır (Fernandes et al., 2020; Lu et al., 2016).

### 2.1.1. Leylak

*Oleacea* ailesi dünyada odunsu, ağaçsı, yaprak döken ya da dökmeyen 27 cinsten ve en az 400 türden oluşmaktadır. Çok bilinen *Olea, Jasminum, Forsythia, Syringa ve Osmanthus* cinsleriyle birlikte, bu aileye ait birçok bitki, tıbbi ve endüstriyel amaçlar için yaygın olarak kullanılmaktadır (Liccardi, D'Amato, & D'Amato, 1996; Su et al., 2015). Bu ailenin üyeleri, Antarktika hariç, kuzey ılımandan güney subtropikal bölgelere geniş bir dağılıma sahip ağaçlar, çalılar veya odunsu uzantılardır (Filipek et al., 2019).

*Oleaceae* ailesinin bir üyesi olan ve leylak olarak da bilinen *Syringa vulgaris* L., Avrupa'ya özgü ve Kuzey Amerika'da ve Balkanlarda yetiştirilen, çok yıllık, yaprak döken bir çalıdır (Varga et al., 2019). Leylak, on iki ile on altı metreye kadar büyürken, yaprakları beş ile on iki santimetre uzunluğunda değişmektedir (Sheet & Page).
Çiçekleri, dört loblu, huni şeklindeki silindirik taç yapraklı ve çoğunlukla beyaz, menekşe ve mor renklere sahiptir (Rudolf et al., 2008).

Colorada Üniversitesi'nden Newman and O'Conner (2009)'un yaptıkları çalışmada listeledikleri yenilebilir çiçekler arasında leylak aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

**Çizelge 2.1.** *S. vulgaris* (leylak) çiçeğinin genel özellikleri

| Bitki adı | Tip | Çiçek rengi | Çiçeklenme zamanı | Tadı | Kokusu | Yorum ve çıkarımlar |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Syringa vulgaris*<br><br>Leylak | Uzun ömürlü | Beyaz, pembe, mor, leylak renkleri | Nisandan mayısa | Parfümlü ve hafif | Leylak | İyi drene edilmiş alkalin toprağı, Güneşli ortamı ve kısmen de gölgeyi tercih eder. |

Popüler bir süs bitkisi olan leylak, anti-enflamatuar, adaptojenik ve bağışıklık düzenleyici özellikleri nedeniyle halk arasında ve geleneksel tıpta yaygın olarak kullanılmaktadır. Romatoid artrit, gut, romatizma ve şeker hastalığı gibi hastalıkların tedavisinde tercih edilebilmektedir (Tóth et al., 2016). *Syringa* türleri üzerinde yapılan önceki fitokimyasal çalışmalar; bu türlerde iridoid-glikozitler (örn. oleuropein ve ligustrosid), fenilpropanoidler (örn. acteoside ve forsyasit), feniletanoidler, düşük moleküler ağırlıklı fenoller (örn. syringin ve coniferin), lignan glikozitler (örn. larisiresinol ve olivil-hekzosid), flavonoidler (örn. rutin ve luteolin), secoiridoidler,

küçük organik asitler ve uçucu yağlar dahil 140'tan fazla ikincil metabolitin varlığını ortaya koymuştur (Filipek et al., 2019; Su et al., 2015; Varga et al., 2019). Modern farmakolojik çalışmalar, bu metabolitlerin antitümör, antihipertansif, antioksidan, antiinflamatuvar ve benzeri biyoaktif özellikler gösterdiğini bildirmiştir (Su et al., 2015).

### 2.2. Bitki Çayları

Yenilebilir çiçekler son derece bozulabilir yapıda olup, hasattan 2-5 gün içinde kullanılmak üzere çok kısa bir raf ömrüne sahiptirler (Fernandes, Saraiva, Pereira, Casal, & Ramalhosa, 2019; Kou, Turner, & Luo, 2012). Diğer çiçek türleriyle karşılaştırıldığında, yenilebilir çiçekler dekorasyon amaçlı kullanılan kesme çiçeklerden daha savunmasızdır, çünkü sapları çok kısa kesilir ve ek su kaynağı olmadan saklanırlar (Fernandes et al., 2019). Bu da çiçekleri, taç yapraklarının emilimine, renk değişikliklerine, solgunluğa, dehidrasyon ve doku esmerleşmesine karşı hassas hale getirir (Fernandes et al., 2019; Kou et al., 2012). Bu bozulmalar, kısa raf ömrüne sebep olmakla birlikte, taze bitki yapraklarında bulunan faydalı fenolik bileşiklerin kaybına da yol açacaktır (Loh, Oh, & Lim, 2018). Polifenol oksidaz (PPO) ve peroksidaz (POD) gibi oksidaz enzimleri, bitki yapraklarındaki fenolik bileşiklerin ayrışmasında rol oynadığından yaprakların bozulmasından bu enzimler esas olarak sorumludur (Loh & Lim, 2018; Loh et al., 2018). Bu enzimlerin, taze meyve ve sebzeler ile bazı hayvansal ürünler üzerindeki enzimatik kararmadan sorumlu oldukları iyi bilinmektedir. Polifenol oksidaz (PPO), aromatik halkanın hidroksil grubunun orto pozisyonuna oksijenin girmesine izin vererek, oksidasyona zemin hazırlar. PPO, yüksek bitkilerde plastid bir enzim olduğu ve bitki dokularının yaralanması üzerine kloroplasttan salındığı için kloroplastın tilakoid membranında bulunur. Bitki yaprak matrisi içindeki fenolik bileşiklerle temas ettiğinde aktive olur. Peroksidaz (POD) ise, fenolik bileşiklerin hidrojen peroksit varlığında oksitlenerek parçalanmasını katalize eder. Ayrıca yaprakların enzimatik kararmasından sorumludur. Bitkilerde meydana gelen oksidatif stres, bitkiler tarafından biyotik veya abiyotik strese maruz kaldıklarında üretilen reaktif bir oksijen türü olan hidrojen peroksitin artmasına yol açar (Loh et al., 2018).

Yenilebilir çiçeklerin raf ömrünü uzatabilecek gıda muhafaza teknolojilerinin uygulanması, çiçek yapraklarının bütünlüğünü koruyarak, ürün kalitesinin daha uzun süre muhafaza edilmesini ve önemli ekonomik faydalar kazanılmasını sağlar (Fernandes et al., 2019; Loh et al., 2018). Çünkü raf ömürlerinin kısa olması, taze çiçeklerin bir an

önce kullanılmaları için çoğu bölgelere hava taşımacılığı ile gönderilmelerini gerektirir. Raf ömrünün uzatılması, kara taşımacılığı olasılığı ile daha az boşa harcanan ürün ve düşük nakliye maliyetleri de dahil olmak üzere ekonomik kazanımlar ile onları çok daha çekici bir seçenek haline getirerek yenilebilir çiçek pazarının genişlemesini sağlar (Kou et al., 2012). Özellikle çay prosesinde kullanılan bitkisel ürünlerin işlenmesi, normal olarak yaprakların kurutulmasını içerir, çünkü bu yöntem raf ömrünü uzatmaya yardımcı olur (Chong & Lim, 2012; Loh et al., 2018).

Gıda proseslerinde bir kurutma işlemi genellikle, ulaşım maliyetini azaltmak, uzun bir depolama ömrü sağlamak, ürünleri taşınması için daha uygun hale getirmek, bozulmalara neden olabilecek nem içeriğini azaltmak ve ürüne belirli özellikler kazandırmak amacıyla yapılmaktadır (Fox, Bellini, & Pellegrini, 2014).

Çiçeklerde kurutma ile su içeriği azaltılarak, yapraklardaki fenolik bileşiklerin stabilitesi arttırılır ve istenmeyen mikrobiyolojik gelişmeler önlenir. Sürecin, oksidatif enzimlerin termal bozunması ve / veya etkisi nedeniyle çay yapraklarının antioksidan özelliklerini etkilediği bilindiği için çay üretiminde kurutma kritik bir süreçtir (Loh & Lim, 2018).

Güneşte kurutma başta olmak üzere, fırında kurutma, ortam havasında kurutma, dondurarak kurutma, vakum mikrodalgada kurutma, serin rüzgârda kurutma, ozmotik kurutma ve bunların kombinasyonları gibi yenilebilir çiçeklerde kullanılan birçok farklı kurutma yöntemi vardır (Fernandes et al., 2019; Loh et al., 2018). Bu yöntemler seçilirken, su aktivitesi, cam geçiş sıcaklığı, kurutma mekanizması ve teorileri ile kimyasal ve fiziksel değişiklikler temel unsurlar olarak değerlendirilir (Bhat, Alias, & Paliyath, 2012).

### 2.3. Fenolik Maddeler ve Antioksidan Özellikleri

Serbest radikaller, süperoksit anyon ($O_2$•), hidroksil (•OH), hidroperoksil ($HO_2$•), peroksil (ROO•), andalkoksil (RO•) gibi yapılarında bir veya daha fazla eşleşmemiş elektron bulunan atom, iyon ya da molekül yapıdaki kimyasal türler olarak tanımlanır (Rodríguez-Roque, Soliva-Fortuny, & Martín-Belloso, 2017). Doğal sistemde, birincisi oksijen bazlı radikaller, ikincisi azot bazlı radikaller olmak üzere iki tip radikal vardır. Süperoksit, hidroksil ve peroksil radikalleri gibi oksijen esaslı serbest radikaller reaktif oksijen türleri (ROS) olarak bilinirken, azot radikallerine dayanan radikaller ve azot dioksit gibi radikal olmayanların da dahil olduğu grup reaktif azot türleri (RNS) olarak bilinir. Bu radikallerden, hidroksil radikali, son derece güçlü

indirgeme potansiyeli ile birlikte muazzam derecede sert bir oksitleyicidir (Ojha et al., 2018).

Gama, UV ve X-ışını radyasyonlarına maruz kalınması, psikolojik ve duygusal stres, sağlıksız beslenme, sigara, alkol ve uyuşturucu bağımlılığı, olumsuz çevre koşulları gibi çeşitli faktörler, hücre ve dokulardaki serbest radikallerin konsantrasyonunu artırmakta, bu da oksidatif strese sebep olmaktadır. Kronik oksidatif stresin ise, kanser ve kardiyovasküler hastalıklar ile yaşlanmanın hızlanması gibi çeşitli sağlık sorunlarına yol açtığı bildirilmiştir (Yashin, Yashin, Xia, & Nemzer, 2017). Bununla birlikte biyolojik sistemlerde DNA ve protein de oksidasyon işlemlerine karşı duyarlıdır (Ojha et al., 2018). Dolayısıyla, serbest radikaller, proteinler, amino asitler ve DNA gibi biyolojik bileşenlerle reaksiyona girerek, özellikle mutajenik ve karsinojenik sağlık problemlerine sebep olurlar (Yashin et al., 2017).

Antioksidanlar, ortamda oksitlenebilir bir substrat ile karşılaştırıldığında, daha düşük bir konsantrasyonda bulunan ve substratın oksidasyon sürecini engelleyen maddelerdir (Granato et al., 2018; Ojha et al., 2018). Ortamdaki serbest radikalleri temizleme, oksidatif reaksiyonları geciktirme, gıdaların raf ömrünü uzatma ve gıdalarda istenmeyen değişikliklerden ötürü olabilecek ticari ve besin değeri kaybını engelleme gibi çeşitli özellikler sergilerler (Rodríguez-Roque et al., 2017).

Antioksidanların ana kaynakları meyveler, sebzeler ve kepekli tahıllar olmakla birlikte çeşitli otlar ve baharatlar da antioksidan bileşenler içermektedirler. C vitamini, E vitamini, karotenoidler, fenolik bileşikler ve klorofiller ana gıda antioksidanları arasındadır (Rodríguez-Roque et al., 2017). Bitki kökenli türevlerin biyolojik aktiviteye sahip oldukları uzun zamandır bilinmektedir (McKay & Blumberg, 2007). Birçok durumda, bitkisel ürünlerin bu biyoaktif özellikleri, fitokimyasal sınıf olan polifenoller gibi bitkilerin ikincil metabolitlerinden ileri gelmektedir (McKay & Blumberg, 2007).

Fitokimyasallar, meyve, sebze, kepekli tahıllar ve diğer bitkisel gıdalarda bulunan, kanser, kardiyovasküler hastalıklar ve obezite gibi önemli kronik hastalık riskini önemli derecede azaltan biyoaktif özellikteki besin olmayan bileşikler olarak tanımlanabilir (Lu et al., 2016). Yaygın olarak kullanılan, antioksidan özelliğe sahip ikincil metabolitler arasında, karotenoidler, hidroksisinamik asitler, tokoferoller, folik asit, flavonoidler, askorbik asit, tokoterienoller, benzonoik asit, proantosiyanidinler, kromonlar, ksantonlar, kumarinler, stilbenler, ligninler gibi bileşikler sayılabilir (McKay & Blumberg, 2007; Ojha et al., 2018). Son on yıl içinde birçok polifenolin, özellikle flavonoidlerin, nispeten güçlü bir antioksidan, antiaterosklerotik,

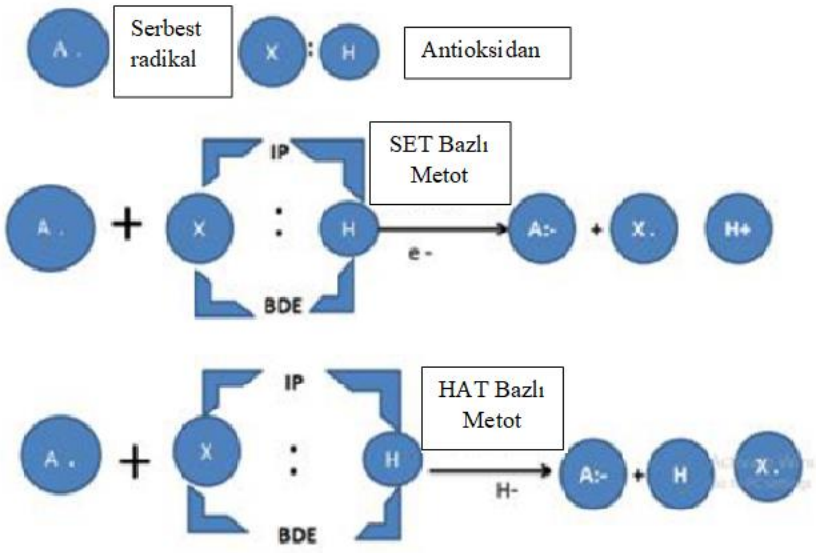
antiinflamatuvar, antimutajenik, antitümör ve antiviral aktivitelere sahip olduğu bulunmuştur. Tipik olarak ham bitki materyalinin demlenmesi veya ısıtılmasıyla hazırlanan bitkisel preparatlar yüzyıllardır kullanılmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, dünya sakinlerinin yaklaşık %80'i şu anda birincil sağlık ihtiyaçları için yerli veya geleneksel ilaçlara güvenmekte olup bunlar da çoğunlukla sulu çözeltilerde bitki ekstraktlarının kullanımını içermektedir.

Sağlık bilincine sahip tüketiciler, daha uzun yaşamalarına, daha iyi hissetmelerine ve daha sağlıklı kalmalarına fayda sağlamaları açısından, farklı çay ve tisan türleri de dahil olmak üzere antioksidan bakımından zengin yiyecek ve içecekleri tüketmek için özellikle çaba harcamaktadırlar. Bu anlamda, genel olarak, bitkisel çay tüketimi yıllık olarak %15-20 oranında artmaktadır (McKay & Blumberg, 2007). Bununla birlikte, büyük ölçüde bitkiden elde edilen ekstraktların da bitkinin sekonder metabolitleri olan fenolik bileşikleri içermesiyle, oksidasyonu önlediği ve böylece antioksidan özellik gösterdiği belirlenmiştir (Granato et al., 2018; Ojha et al., 2018). Dolayısıyla, bitki çaylarının hastalıkların önlenmesi ve tedavisindeki rolleri, bir dereceye kadar, bileşenlerinin antioksidan özelliklerine (vitamin A ve E, suda çözünür C vitamini ve geniş amfipatik moleküller, fenolik bileşikler) atfedilmiştir (Albayrak et al., 2012).

Antioksidanlar, işlevlerine (serbest radikal temizleyiciler, radikal olmayan oksitleyici ajanların temizleyicileri, oksidanların üretimini engelleyen bileşikler, geçiş metali şelatlayıcı maddeler ve endojen antioksidan bileşiklerin üretimini uyarabilen bileşikler); polaritelerine (suda veya yağda çözünür); kaynaklarına (eksojen veya endojen) ve mekanizmalarına (hidrojen atomu transferi (HAT) ve tek elektron transferi (SET) göre sınıflandırılabilirler (Granato et al., 2018).

Antioksidan aktivite mekanizması açsından; hidrojen atomu transferi (HAT) ve tek elektron transferi (SET) olmak üzere iki farklı antioksidan mekanizma vardır. HAT yöntemi, hidrojen bağışı ve diğer herhangi bir verici ile serbest radikalleri azaltmaya dayanırken, SET yönteminde, antioksidan, karbon içeren radikal bileşik üzerindeki oksidatif oranı azaltmak için bir elektron transfer eder (Ojha et al., 2018).

HAT ve SET reaksiyon mekanizmasında sonuçlar aynı olmasına rağmen, bu mekanizmalar kinetikleri açısından farklıdır. SET mekanizması için, antioksidan iyonizasyon potansiyeli (IP)'si antioksidan etkisinin değerlendirilmesinde en önemli enerjik faktör iken, bir HAT mekanizmasındaki antioksidan etkisinin




**Şekil 2.1.** HAT ve SET bazlı antioksidan mekanizmaları (Ojha et al., 2018)

değerlendirilmesinde antioksidanın bağ ayrılma entalpisi (BDE) önemli bir parametredir (Ojha et al., 2018).

HAT mekanizmasını ölçmeye dayanan analizler, oksijen radikal absorbans kapasitesi (ORAC), toplam oksiradikal süpürme kapasitesi deneyi (TOSCA) ve toplam radikal yakalama antioksidan parametresi (TRAP) iken, SET tabanlı mekanizmayı ölçmeye dayanan analizler ise, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil radikali (DPPH) temizleme, 2,2-azinobis-(3-etilbenzotiazoline-6-sulfonikasid) radikali (ABTS•+) temizleme, N-N-dimetil-p-fenilenediamin radikali (DMPD+) temizleme, bakır iyonu (Cu+2) azaltıcı antioksidan güç (CUPRAC) ve demir iyonu azaltıcı antioksidan güç (FRAP) ile toplam fenolik madde tayini için Folin-Ciocalteu yöntemleridir (Wang, Hu, Nie, Yu, & Xie, 2016).

HAT bazlı analizler, hızlı ve uygulanması kolay olup pH ve çözücüye bağlı değildir. SET bazlı analiz yöntemleri ise genellikle daha yavaştır; tam bir reaksiyona ulaşmak için zaman gerekir ve analizler pH'a bağımlıdır (Rodríguez-Roque et al., 2017).

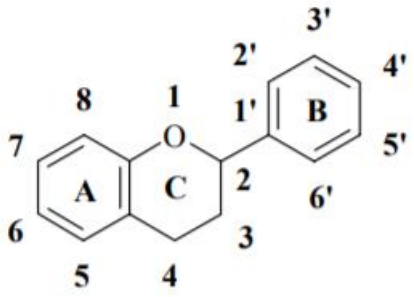
### 2.3.1 Fenolik bileşikler

Fenolik bileşikler, şu anda bilinen 8000'den fazla fenolik yapıya sahip, bitkilerin yaprakları, tohumları, kabuğu ve çiçeklerinde çok sayıda bulunan ve her yere dağılmış olan sekonder metabolit gruplarıdır. Polifenoller, düşük molekül ağırlıklı basit moleküllerden (fenolik asitler, fenilpropanoidler, flavonoidler) yüksek polimerize

bileşiklere (ligninler, lignanlar, melaninler, tanenler) kadar değişkenlik gösterir (Pereira, Barros, & Ferreira, 2016).

Çeşitli fenolik bileşikler arasında, bitki kaynaklı gıdalarda flavonoidler bol miktarda bulunur (Voon, Bhat, & Rusul, 2012). Bugüne kadar 6000'den fazla farklı molekülü tanımlanmış olan ve sayıları her geçen gün artmaya devam eden flavonoidler, fenolik bileşikler arasında en yaygın şekilde dağılmış alt grubu temsil eder (Jaganath & Crozier, 2010; Pereira et al., 2016). Flavonoid bileşiklerinin profilinin, farklı bitki türleri arasında, hatta benzer türlerin bitkileri arasında da belirgin bir şekilde değiştiği bilinmektedir. Dolayısıyla, bitkisel gıdaların ve içeceklerin tüketilmesi, vücuda farklı fitokimyasalların birlikte alımlarını sağlayacaktır (McKay & Blumberg, 2007).

Flavonoidler grubu, bir difenilpropan iskeleti olup, benzen A halkası ile kapalı bir piran halkası oluşturan üç karbonlu bir zincirle bağlanan, iki benzen halkasından (A ve B) oluşan bir C6-C3-C6 yapısına sahip bileşikleri içerir. Merkezi C-halkasının modifikasyonlarına göre; flavonoller, dihidroflavonoller, izomerik kalkonlar ile birbirine dönüştürülebilen flavonlar, izoflavonlar, flavonun 2,3-dihidro-türevleri, yani flavanonlar, flavan-3-oller, flavonoidler, antosiyanidinler ve proantosiyanidinler olmak üzere alt gruplara ayrılırlar (Andrés-Lacueva et al., 2010; Jaganath & Crozier, 2010; Pereira et al., 2016; Voon et al., 2012). Flavonoid olmayan grup ise, sahip oldukları karbon sayısına göre sınıflandırılır ve basit fenoller, benzoik asitler, hidrolize edilebilir tanenler, asetofenonlar ve fenilasetik asitler, sinnamik asitler, kumarinler, benzofenonlar, ksantonlar, stilbenler, kalkononlar, lignanlar ve sekoiridoidler gibi alt grupları içerir (Andrés-Lacueva et al., 2010).




**Şekil 2.2.** Flavonoid gruplarının genel yapısı (Farkas, Jakus, & Héberger, 2004).

### 2.3.1.1. Basit fenoller ve fenolik asitler

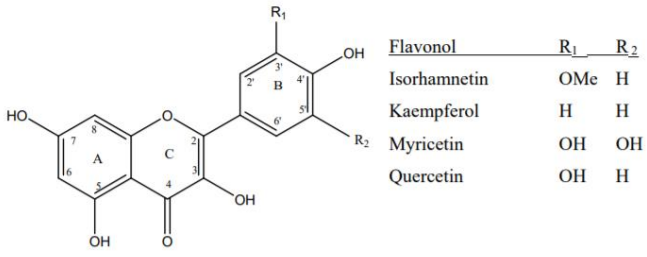
Çiçek özlerinde bulunan fenolik bileşiklerden biri çeşitli türevlerde bulunan fenolik asitlerdir (Voon et al., 2012). En basit grup olan basit fenoller (C6), yapılarında alkol zincirleri gibi bazı ikame gruplarına sahip olabileceğinden, bir veya daha fazla pozisyonda bir alkol ile ikame edilen aromatik bir halkadan oluşurlar. Basit fenollerle aynı yapıya sahip olan fenolik asitler (C6-C1), benzene bağlı bir karboksil grubu içerirler (Andrés-Lacueva et al., 2010). Fenolik asitler ayrıca hidroksibenzoatlar olarak da bilinirler. Genellikle bağlı formda bulunurlar ve tipik olarak ligninler ve hidrolize edilebilir tanenler gibi karmaşık yapıların bileşenleridir (Jaganath & Crozier, 2010). Fenolik asitler için klorojenik asit, kafeik asit, kafeinokinik asit, protokatekuik asit ve gallik asit örnek olarak verilebilir (Lu et al., 2016).

#### 2.3.1.1.1. Hidroksisinamik asitler

En yaygın hidroksisinamik asit türevleri, gıdalarda sıklıkla kinik asit veya glikoz içeren basit esterler olarak ortaya çıkan p-kumarik (4-hidroksisinnamik), kafeik (3,4-dyhidroksisinnamik), ferulik (4-hidroksi-3-metoksisinnamik) ve sinapik (4-hidroksi-3,5-imetoksinnamik) asitlerdir (Andrés-Lacueva et al., 2010; Jaganath & Crozier, 2010).

### 2.3.1.2. Flavonoller

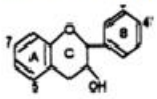
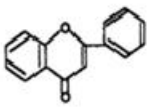
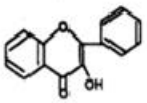
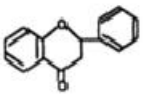
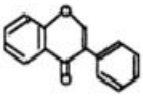
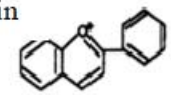
Flavonoller, bitkisel gıdalardaki flavonoidlerin en yaygın olanlarıdır. Renkleri beyazdan sarıya değişir ve yapı olarak flavonlarla yakından ilişkilidirler (Jaganath & Crozier, 2010). Flavonoller ve flavonlar, flavonoid yapısında C2 ve C3 arasında bir çift bağa ve C4 konumunda bir oksijen atomuna sahiptirler. Ayrıca flavonoller C3 konumunda bir hidroksil grubuna sahiptir. Dihidroflavonoller ise, C2 ve C3 arasında çift bağ olmadan flavonollerle aynı yapıya sahiptir. Sentezlenebilmeleri için bitkinin güneş ışığı ile uyarılması gerektiğinden, flavonoller, esas olarak meyve ve sebzelerin dış dokularında birikirler (Andrés-Lacueva et al., 2010).




| Flavonol | $R_1$ | $R_2$ |
|---|---|---|
| Isorhamnetin | OMe | H |
| Kaempferol | H | H |
| Myricetin | OH | OH |
| Quercetin | OH | H |

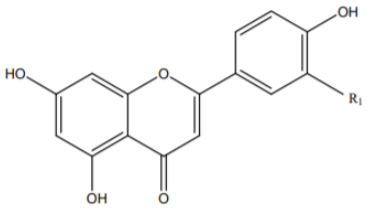
**Şekil 2.3.** Flovonol yapıları (Bhagwat, Haytowitz, & Holden, 2011)

**Çizelge 2.2.** Flavonoid grupları (Heim, Tagliaferro, & Bobilya, 2002)

| Sınıf | Genel Yapısı | Flavonoid | Kimyasal Formülü |
|---|---|---|---|
| Flavanol |  | (+)-catechin | 3,5,7,3′,4′-OH |
| | | (-)-epicatechin | 3,5,7,3′,4′-OH |
| | | Epigallocatechin gallate | 3,5,7,3′,4′,5′-OH,3-gallate |
| Flavon |  | chrysin | 5,7-OH |
| | | apigenin | 5,7,4′-OH |
| | | rutin | 5,7,3′,4′-OH, 3-rutinose |
| | | luteolin | 5,7,3′,4′-OH |
| | | luteolin glucosides | 5,7,3′-OH, 4′-glucose |
| | | | 5,4′-OH, 4′,7-glucose |
| Flavonol |  | kaempferol | 3,5,7,4′-OH |
| | | quercetin | 3,5,7,3′,4′-OH |
| | | myricetin | 3,5,7,3′,4′,5′-OH |
| | | tamarixetin | 3,5,7,3′-OH,4′-OMe |
| Flavanon |  | naringin | 5,4′-OH,7-rhamnoglucose |
| | | naringenin | 5,7,4′-OH |
| | | taxifolin | 3,5,7,3′,4′-OH |
| | | eriodictyol | 5,7,3′,4′-OH |
| | | hesperidin | 3,5,3′-OH,4′-OMe, 7-rutinose |
| Isoflavon |  | genistin | 5,4′-OH, 7-glucose |
| | | genistein | 5,7,4′-OH |
| | | daidzin | 4′-OH, 7-glucose |
| | | daidzein | 7,4′-OH |
| Antosiyanidin |  | apigenidin | 5,7,4′-OH |
| | | cyanidin | 3,5,7,4′-OH,3,5-OMe |

Bitki dokularında biriken flavonoller neredeyse her zaman glikozit konjugatlar şeklindedir ve biyoyararlılıkları şeker parçalarına bağlıdır (Andrés-Lacueva et al., 2010; Jaganath & Crozier, 2010). Quercetin, kaempferol, isorhamnetin ve myricetin alt gruplarından oluşan flavonoller ve bunların türevleri, yenilebilir çiçeklerde de bol miktarda bulunan önemli bir flavonoid sınıfıdır (Lu et al., 2016).

### 2.3.1.3. Flavonlar



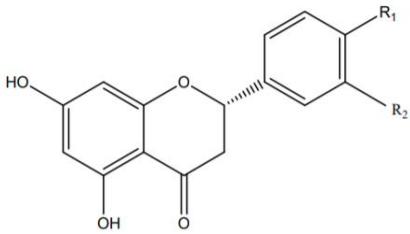

| Flavone | $R_1$ |
|---|---|
| Apigenin | H |
| Luteolin | OH |

**Şekil 2.4.** Flavon yapıları (Bhagwat et al., 2011)

Flavonlar yapısal olarak yapısında C2 ve C3 arasında bir çift bağa ve C4 konumunda bir oksijen atomuna sahip olmasıyla flavonollere çok benzer ve sadece C3-halkası üzerinde hidroksilasyon olmamasıyla farklılık gösterirler (Andrés-Lacueva et al., 2010; Jaganath & Crozier, 2010). Esas olarak luteolin, apigenin, akasetin, chrysoeriol ve glukozit olarak bulunan flavonlar, yenilebilir çiçeklerde bulunan ikinci ana flavonoid sınıfını oluşturdu (Lu et al., 2016).

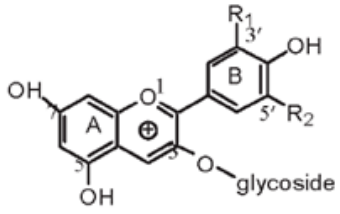
### 2.3.1.4. Flavanonlar

Hem çiğ hem de meyve suları ve reçeller gibi işlenmiş olarak tüketilen sitrus meyveler, flavanonların ana kaynaklarıdır (Andrés-Lacueva et al., 2010). Bir $\Delta^{2,3}$ çift bağının olmaması ve C-2'de kiral bir merkezin varlığı olan iki yapısal özelliği flavanonları karakterize eder. Doğal olarak oluşan flavanonların çoğunda, C-halkası bir konfigürasyonda C2'deki α-halkasına bağlanır (Jaganath & Crozier, 2010). Flavanonlar genellikle 7. pozisyonda bir disakkarit (neohesperidoz, rutinoz) veya küçük bir oranda bir monosakkarit (glikoz) ile glikozile edilir (Andrés-Lacueva et al., 2010). Flavanon yapısı oldukça reaktiftir ve hidroksilasyon, glikosilasyon ve O-metilasyon reaksiyonlarına maruz kalabilmektedir (Jaganath & Crozier, 2010). Flavanonlar çoğunlukla naringenin, hesperetin ve eriodictyol ile temsil edilirken, sakuranetin ve izosakuranetin de dahil olmak üzere bir dizi küçük bileşik de ortaya çıkar (Jaganath & Crozier, 2010).




| Flavanone | $R_1$ | $R_2$ |
|---|---|---|
| Eriodictyol | OH | OH |
| Hesperetin | OMe | OH |
| Naringenin | OH | H |

**Şekil 2.5.** Flavanon yapıları (Bhagwat et al., 2011)




| Anthocyanidin | $R_1$ | $R_2$ |
|---|---|---|
| Pelargonidin | H | H |
| Cyanidin | OH | H |
| Delphinidin | OH | OH |
| Peonidin | $OCH_3$ | H |
| Petunidin | $OCH_3$ | OH |
| Malvidin | $OCH_3$ | $OCH_3$ |

**Şekil 2.6.** Antosiyanidin yapıları (Jaganath & Crozier, 2010; Lee, Durst, Wrolstad, Kupina, & JD, 2005)

### 2.3.1.5. Antosiyaninler

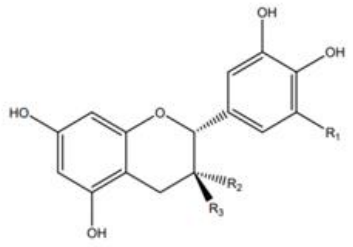
Antosiyaninler ve bunların türevleri, pH'a bağlı olarak kırmızı, mor veya mavi görünen flavonoidlerdir (Lu et al., 2016). Yapıları flavilyum tuzuna dayanır ve bunlar suda çözünür bitki pigmentleridir (Andrés-Lacueva et al., 2010; Jaganath & Crozier, 2010). Ana antosiyanidin kaynağı meyveler olup, antosiyanidinler çoğu meyve ve sebzenin karakteristik kırmızı-mavi renklerini sağlar. Kırmızı üzüm, kiraz ve erik, yaban mersini, siyah kuş üzümü gibi meyveler ile kırmızı lahana, kırmızı soğan, turp ve patlıcan gibi bazı sebzeler antosiyanidin kaynağıdırlar. (Andrés-Lacueva et al., 2010).

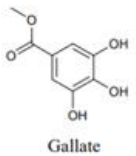
Doğada yaklaşık 17 antosiyanidin bulunur, ancak pelargonidin, siyanidin, delfinidin, malvidin, peonidin ve petunidin olmak üzere sadece 6 alt grupları her yerde dağılır ve diyet açısından önemlidir (Andrés-Lacueva et al., 2010; Jaganath & Crozier, 2010). Malvidin, kırmızı üzüm ve kırmızı şarabın karakteristik antosiyanidinidir. Erik, kiraz ve kırmızı lahana siyanidin açısından zengin olup, patlıcan da iyi bir delfinidin kaynağıdır. Pelargonidin ise, çilek ve turpta en sık görülen antosiyanidindir (Andrés-Lacueva et al., 2010).

Antosiyaninler esas olarak kendi aglikon antosiyanidin-kromoforlarının glikozidleri formunda ortaya çıkarlar. Şeker kısmı glikozidler olarak C-halkası üzerindeki 3-pozisyonuna bağlanır veya diglikozidler olarak C3, C5'e bağlanan glikoz, galaktoz, ramnoz, ksiloz, arabinoz ve früktoz olarak gözlenmektedir (Andrés-Lacueva et al., 2010; Jaganath & Crozier, 2010). Antosiyaninler, yaprak mezofil hücrelerini gölgeleyerek bitkilerin aşırı ışığa karşı korunmasında ve tozlaşan böceklerin çekilmesinde önemli bir rol oynarlar (Jaganath & Crozier, 2010).

### 2.3.1.6. Flavan-3-oller

Flavan-3-oller veya flavanoller, C3 konumunda bir hidroksil grubu olan doymuş bir üç karbon zincirine sahiptirler (Andrés-Lacueva et al., 2010).




Gallate

| Flavan-3-ol | $R_1$ | $R_2$ | $R_3$ |
|---|---|---|---|
| (+)-Catechin (C) | H | H | OH |
| (+)-Catechin-3-gallate (CG) | H | H | Gallate |
| (-)-Epicatechin (EC) | H | OH | H |
| (-)-Epicatechin-3-gallate (ECG) | H | Gallate | H |
| (-)-Epigallocatechin (EGC) | OH | OH | H |
| (-)-Epigallocatechin-3-gallate (EGCG) | OH | Gallate | H |
| (+)-Gallocatechin (GC) | OH | H | OH |
| (+)-Gallocatechin-3-gallate (GCG) | OH | H | Gallate |

**Şekil 2.7.** Flavan-3-oller yapıları (Bhagwat et al., 2011)

Flavonoidlerin ana sınıflarının aksine, flavan-3-oller gıdalarda aglikonlar olarak bulunur ve glikosile olmazlar. Gıdalarda, yoğunlaştırılmış tanenler olarak da bilinen polimerik flavanoller (4 ile 11 birim) olan monomerler veya proantosiyanidinler olarak bulunurlar (Andrés-Lacueva et al., 2010). Flavan-3-oller birçok meyve, kırmızı şarap, bira ve fındık türünde bulunmakla birlikte, çay ve çikolata en zengin kaynaklardır (Andrés-Lacueva et al., 2010). Yenilebilir çiçeklerde bulunan flavanoller, kateşin, epikateşin, epikateşin gallat ve epigallokateşin gallat türevleridir (Lu et al., 2016). Çaylarda en sık görülen flavan-3-oller kateşin ve epikateşindir (Andrés-Lacueva et al., 2010). Gıdalardaki varlığı, büzülme, acılık, ekşi, tatlılık, aroma ve renk oluşumu gibi kalite parametrelerini etkiler (Jaganath & Crozier, 2010).

### 2.3.1.7. Flavonoid ve fenolik asit olmayan gruplar

**Çizelge 2.3.** Flavonoid ve fenolik asit olmayan fenolik gruplar (Andrés-Lacueva et al., 2010)

| **Flavonoid ve Fenolik Asit Olmayan Gruplar** | **Polifenol Grupları** |
|---|---|
| Fenolik alkoller | Tirosol |
| | Hidroksitirosol |
| Uçucu Fenoller | Eugenol |
| | Guaiacol |
| | 4-Vinylguaiacol |
| | Roasted coffee |
| | Methyl salicylate |
| Benzoik Aldehitler | Syringaldehyde |
| | Vanillin |
| Hidrolize Edilebilir Tanenler | Ellagitannins |
| | Gallogitannins |
| Kumarinler | Skopoletin |
| Stilbenler | trans-Resveratrol |
| | trans-Piceid |
| Kalkonlar | Chalconaringenin |
| Dihirokalkonlar | Floretin ksilogalaktozit |
| | Floridzin |
| Lignanlar | Lariciresinol |
| | Pinoresinol |
| | Secoisolarici-resinol |
| | Matairesinol |
| Secoiridoids | Oleuropein aglycon |

## 2.4. Bitki Çayları ve Yenilebilir Çiçeklerle İlgili Yapılan Çalışmalar

Senna, rezene, anason, defne, ıhlamur, ısırgan otu, maydanoz ve dereotu bitki çaylarının infüzyon ve dekoksiyon yöntemlerinin karşılaştırıldığı çalışmada, çayların toplam fenolik madde içeriklerinin 10.39 ile 33.49 mg GAE / g arasında değişmekte olduğu belirlenmiş ve senna, rezene ve ısırgan çaylarının infüzyon fenolikleri daha yüksek iken, anason, defne ve dereotu çaylarının dekoksiyon fenolikleri daha yüksek bulunmuştur. Çayların toplam antioksidan aktiviteleri ise, infüzyonlarda ıhlamurun 85.42 mg AAE / g ile en yüksek, dereotunun 22.46 mg AAE / g ile en düşük iken, dekoksiyonlarda en yüksek antioksidan aktivite 52.43 mg AAE / g ile rezenede bulunurken, en az antioksidan aktivite 14.76 mg AAE / g ile dereotunda bulunmuştur (Albayrak et al., 2012).

11 yapraklı bitkinin su ve etanol ekstraktlarının değerlendirildiği çalışmada, ekstraktların toplam fenolik (TPC) ve flavonoid (TFC) içerikleri ile toplam antioksidan kapasiteleri araştırılmıştır. Toplam fenolik içerikleri, su ekstraktlarında 10.98 ile 144.52 mg GAE / g ekstrakt ve toplam flavonoid içerikleri 2.51 ile 48.33 mg / g ekstrakt arasında değişmekte olup, yeşil çay bitkisinin hem su hem de etanol ekstraktlarında en yüksek TPC değerini (82.21 mg GAE ve 144.52 mg GAE) verdiği ve diğer ekstraktlara kıyasla hem su hem etanol ekstraktlarında önemli konsantrasyonlarda ($p<0.05$) yüksek oranda flavonoid içerdiği tespit edilmiştir. Bu sonuç, yeşil çay ekstraktlarında bol miktarda bulunan çay kateşinlerinin yüksek antioksidan aktivitesine atfedilebilmektedir (Oh, Jo, Cho, Kim, & Han, 2013).

Andes'e özgü yamon bitkisinden elde edilen çay ve etanol, metanol ve etilasetat ekstraktları ile yapılan çalışmada, 1 mg sıcak su ekstraktındaki toplam polifenol miktarının klorojenik asit eşdeğeri olarak 279 ug olduğu ve bu değerin, diğer üç ekstrakttan 3.3 ile 4.0 kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Böylece, sıcak su ekstraksiyonu ile 1 g çay yaprağından 0.0776 g polifenol etkili bir şekilde ekstrakte edilebilmiştir. Çaya uygulanan DPPH yönteminde ise antioksidan aktivite EC50 değeri 28.1 µg / mL, troloksun değeri 7.64 µg / mL iken, ABTS yönteminde ekstrakt ve troloksun EC50 değerleri sırasıyla 23.7 ve 8.93 µg / mL olarak hesaplanmıştır (Sugahara et al., 2015).

Farklı tropikal ve ılıman bitki çayları ile *C. sinensis* çaylarının incelendiği çalışmada, *C. sinensis* çaylarının toplam fenolik miktarı (TPC), askorbik asit eşdeğeri antioksidan analizi (AEAC), demir indükleme gücü (FRP) ve şelatlama CEC50 değerlerinin sırasıyla, 6060-14,120 mg GAE / 100 g, 7510-25,000 mg AA / 100 g, 36-

143 mg GAE / g ve 1.0-1.9 mg / mL arasında değiştiği ve *C. sinensis* çaylarıyla karşılaştırıldığında, tropikal ve ılıman bitki çaylarının genellikle daha düşük antioksidan değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Yalnız, nane çayına ait CEC50 değerlerinin tüm *C. sinensis* çaylarından önemli ölçüde büyük olduğu göze çarpmıştır. Çalışmaya göre, *C. sinensis*'in yeşil, oolong ve siyah çaylarının olağanüstü antioksidan özellikleri epigallocatechin gallate (EGCG), epigallocatechin (EGC) ve gallocatechin (GC) 'nin yüksek flavanol içeriğine atfedilebilmektedir. (Chan, Lim, Chong, Tan, & Wong, 2010).

13 farklı bitki çayının değerlendirildiği bir çalışmada, çayların yaklaşık üçte birinin, ABTS + radikallerini (TEAC deneyi) temizleme ve pro-oksidan türleri ile hipoklorit (HClO) ve peroksinitriti ($ONOO^-$) söndürme kabiliyeti gösterdiği ve özellikle *H. baylahuen, R. moschata* ve *P. boldus*'tan hazırlanan 150 mL çayların yaklaşık 200 mg Trolox'a eşdeğer olduğu bildirilmiştir. Bu verilerle, bu bitkilerin bazılarından hazırlanan çayların düzenli olarak tüketilmesinin, gastrointestinal sistemi belirli patolojik oksidan türlerine karşı koruyabilen moleküller sağladığı için potansiyel olarak yararlı olabileceği ileri sürülmektedir (Speisky, Rocco, Carrasco, Lissi, & López-Alarcón, 2006).

Adaçayı (*Salvia officinalis*) ve ondan izole edilen bazı bileşiklerin azoksimetan yöntemiyle in vivo testlerinin yapıldığı bir çalışmada, adaçayı tedavisinin sadece azoksimetan enjeksiyonundan önce uygulandığında, kolon kanserinin öncül lezyonlarının oluşumunu önlediği, kolon kanserinin başlangıç evresi ve mutasyonlar ile bunların kolon epitel hücrelerinin çoğalma oranlarını azalttığı ve buna bağlı olarak adaçayı içmenin kolorektal kanser üzerinde kemopreventif bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Pedro, Ramos, Lima, Baltazar, & Pereira-Wilson, 2016).

Özellikle Türkiye'de yaygın olarak tüketilen 10 farklı bitkiden elde edilmiş çaylar için yapılan bir çalışmada, incelenen bitki çaylarındaki toplam fenolik miktarlarının 70 mg CE / L (zeytin yaprakları için) ile 4070 mg CE / L (yeşil çay için) arasında değişmekte olduğu ve sadece dört çay örneğinde (yeşil çay> nane> kekik> siyah çay ) 1000 mg CE / L'nin üzerinde fenolik konsantrasyon bulunmakla birlikte en yüksek fenolik içeriğin (4070 mg CE / L) yeşil çay infüzyonunda olduğu tespit edilmiştir. Antioksidan aktivitesi için yapılan DPPH testlerinde ise, EC50 değerlerinin 0.40 ile 6.22 arasında değiştiği ve en iyi değerlerin yine yeşil çayda (0.40) elde edildiği ve bunu nane, siyah çay ve kekik infüzyonlarının izlediği belirlenmiştir. Ayrıca, bitkisel çay ekstraktlarının toplam fenolik miktarı ile EC50 değerleri arasında anlamlı ters bir doğrusal korelasyon ($r = -0.88$, $p < 0.05$) bulunmuştur. Bununla birlikte yapılan test

sonuçlarına göre, siyah çayın hazırlanmasında limon, bergamot, karanfil ve çubuk veya öğütülmüş tarçın kullanılması siyah çayın antioksidan aktivitesini arttırdığı belirlenmiştir (Büyükbalci & El, 2008).

Pires et al. (2018)'in dört farklı yenilebilir çiçek üzerine yaptıkları çalışmada, çiçeklerin hidrometanolik ekstraktları ve infüzyonları hazırlanmış ve biyoaktif özellikleri incelenmiştir. Buna göre hidrometanolik ekstratların DPPH metoduna göre elde edilen antioksidan aktivite EC50 değerleri 0.18 ile 1.37 (mg/mL) arasında ve infüzyonlarının EC50 değerleri 0.82 ile 16.71 (mg/mL) arasında değişmekte olduğu ve en iyi etkiyi gülün (sırasıyla, 0.18 and 0.82 mg/mL) gösterdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, antimikrobiyal aktivite için elde edilen veriler numunelerin kullanılan tüm mikroorganizmalara karşı aktif olduğu, ancak çoğu durumda Gram-pozitif bakterilere karşı 0.625 ile 10 arasında değişen minimum inhibitör konsantrasyonlarına karşı daha aktif olduğu tespit edilmiştir. Gram-pozitif bakteriler için, gül numunelerinin infüzyonları, *Staphylococcus aureus* (0.625 mg / mL), metisiline dirençli *Staphylococcus aureus (MRSA*) (0.625 mg / mL) ve metisiline duyarlı *Staphylococcus aureus (MSSA*) (1.25 mg / mL) için en iyi sonuçları verdiği, hidrometanol ekstraktlarının ise ayrıca Gram-negatif bakteriler, *E. coli* ve *Morganella morganii*'ye (her ikisi için 1.25 mg / mL) karşı en iyi antibakteriyel aktiviteyi gösterdiği belirlenmiştir. Dolayısıyla bu yararlı etkiyi elde etmek için, 3.9 mg gül bitkisi / mL (örneğin, bir fincan infüzyon başına 0.78 g) bir kısmın tüketilmesinin yeterli olacağı önerilmektedir.

Kucekova et al. (2013)'nın 10 farklı yenilebilir çiçek üzerine yaptıkları bir çalışmada, çiçeklerin fenolik içerikleri, antioksidan aktiviteleri ve hücre canlılıkları incelenmiştir. Buna göre elde edilen veriler, bu çiçeklerin toplam fenolik içeriklerinin 11.72 ile 42.74 mg tanen eşdeğeri / kg kuru madde arasında ve antioksidan aktivitelerinin 35.56 ile 71.62 g askorbik asit eşdeğeri / kg kuru madde arasında değişmekte olduğunu göstermiştir. İnsan Hepatoselüler Karsinom hücre hattı (HepG2) ve İnsan Ölümsüzleştirilmiş Tümörjenik Olmayan Keratinosit hücre hattı (HaCaT) kullanılarak, toplam 25, 50, 75 ve 100 µg / ml toplam fenolik bileşik içeren ortamlarda 3 günlük inkübasyon süresinin ardından hücre canlılığını değerlendirildiğinde ise, bu üç özelliğin, bitkilerin kanser gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde faydalı hale getirebileceği öngörülmüştür. Test edilen ekstraktlar, hücre canlılığı üzerinde önemli etkilere sahip olmakla birlikte, bu etkilerin sadece fenolik bileşik konsantrasyonuna ve

yenilebilir çiçek türlerine değil, aynı zamanda fenolik bileşik ve antioksidan profillere de bağlı olduğu belirlenmiştir.

Mavi kelebek sarmaşığı olarak bilinen ve lipit oksidasyonuna karşı koruyan antosiyaninler de dahil olmak üzere yüksek bir polifenolik içeriğine sahip olan *Clitoria ternatea* (CT) yaprakları için su, metanol ve su:metanol (1: 1) kombinasyonu çözücüler hazırlanarak yapılan çalışmada, 6, 12 ve 24 saatlik ıslatma sürelerinden sonra toplam fenolik içeriği, toplam antosiyanin içeriği ve antioksidan aktivitesi değerlendirilmiştir. Çalışmada, CT yapraklarının baskın olarak kaempferol 3- neohesperidosid (100 g başına 462.63 mg), caffeoylmalic asit (100 g başına 137.59 mg) ve kaempferol 3- (2G-rhamnosilrutinosid) (100 g başına 129.28 mg) biyoaktif bileşiklerini içerdiği belirlenmiştir. 6 saatlik ıslatma zamanında, fenoliklerin suda çözünür bileşikler olmalarından ötürü, saf su ekstraksiyonunun toplam fenolik içerikleri (13.5 mg GAE/g) diğer iki çözücününkinden önemli ölçüde daha yüksek bulunmuş ve 6 saat bekletme süresinden elde edilen her bir çözücü tipi ekstraktın kolesterol oksidasyonunu inhibe etme kapasitesi belirlenmiştir. 6 saatlik ıslatma zamanında, kombinasyon çözücüsü, kontrole kıyasla en yüksek antosiyanin içeriğine (63.9 µg /mL) sahip bir ekstrakt vermiş ve emülsiyonda %89.8 oranında 7-ketokolesterol üretimini engellediği belirlenmiştir. Bu çalışma ile, CT petal ekstraktlarının sağlık yararlarını artırabildiğini ve emülsiyon tipi ürünlerin raf ömrünü uzatabildiğini gösterilmiştir (López Prado et al., 2019).

Ticari olarak tedarik edilen nane (Polonya), organik nane (ABD) ve lavanta ile organik papatya (ABD ve İngiltere'den ayrı ayrı olmak üzere) ile hazırlanan dört tip bitki çayında mikro ve makro elementlerin konsantrasyonları değerlendirilmiştir. Tüm çay infüzyonlarında en çok bulunan elementler Mg ve P olarak belirlenmiş olup, konsantrasyonları sırasıyla 981-3268 ve 1292-2827 µg/g aralığındadır. Bu elementler için en düşük seviyeler İngiltere'den temin edilen organik papatya ve lavantada ve en yüksek içerikler ABD'den temin edilen organik nane çayı infüzyonlarında belirlenmiştir. Elementlerin çay infüzyonlarına salınması, çayın organik matrisine güçlü bir şekilde bağlı olup olmadıklarına veya çözeltide daha fazla çözünüp çözünmelerine bağlıdır. Buna göre, çay infüzyonlarındaki ekstraksiyon verimleri göz önüne alındığında, analiz edilen elementler iki gruba ayrılmış ve orta derecede (% 20-60, Ca, Cu, Mg, Mn, P, Sr ve Zn) ve zayıf (<% 20, Al, Fe, Ti ve V) ekstrakte edilebilir elementler olarak belirlenmiştir. Günlük alım değerleri de verilen elementlerin konsantrasyonları, insan tüketimi için güvenlik seviyelerinin altında olarak tespit

edilmiş olup, diyette ek olarak tüketimi tavsiye edilmiştir (Szymczycha-Madeja, Welna, & Zyrnicki, 2013).

Xiong et al. (2014)'nın yaptıkları çalışmada, Çin'de yaygın on yenilebilir çiçek içindeki serbest ve bağlı fenolik bileşikler, ters fazlı yüksek performanslı sıvı kromatografisi kullanılarak araştırılmış ve çiçeklerin ana fenolik bileşikleri, gallik asit, klorojenik asit ve rutin olarak tanımlanmıştır. Antioksidan kapasiteleri 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürücü aktivite, 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) (ABTS) radikal süpürücü aktivite, oksijen radikal soğurma kapasitesi (ORAC), ferrik indirgeyici antioksidan güç (FRAP) ve hücresel antioksidan aktivite (CAA) yöntemleriyle belirlenen çalışmada, serbest fraksiyonlar fenolik içerik ve antioksidan kapasitede bağlı fraksiyonlardan daha belirgin olduğu belirlenmiştir. *Paeonia suffruticosa* 235.5 mg klorojenik asit eşdeğeri / g kuru ağırlık ile en yüksek toplam fenolik içeriğine sahipken, *Flos lonicera* 89.38 mg rutin eşdeğeri / g kuru ağırlık en yüksek toplam flavonoid içeriğine sahiptir. *P. Suffruticosa*, DPPH, ABTS ve ORAC testlerinde sırasıyla 1028, 2065, 990 μmol Trolox eşdeğeri / g kuru ağırlık olarak en yüksek antioksidan kapasiteye sahipken, *Rosa chinensis* en yüksek FRAP değerine (2645 μmol Fe2+ eşdeğeri / g kuru ağırlık) sahip olduğu belirlenmiştir. Buna göre, fenoliklerin, seçilen yenilebilir çiçeklerin antioksidan aktivitesine önemli katkıda bulunduğunu gösteren antioksidan kapasite ($R = 0.8443$ ile 0.9978, $p<0.01$) ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

Beyaz leylak çiçeği ekstraktının metabolik etkilerini belirlemek için yapılan bir çalışmada, sağlıklı grup (G1), streptozotocin (STZ) ile indüklenen diyabetik kontrol grubu (G2), *Syringae vulgaris flos* f. *alba'*nın (SA- beyaz leylak) %20'lik etanol çözeltisi ile beslenen grup (G3) ve *Phaseoli pericarpium*'ın (PP-fasülye baklaları) %20'lik etanol çözeltisi ile beslenen grup (G4) olmak üzere dört fare grubu ile çalışılmıştır. STZ ile indüklenen diyabetik kontrol farelerinin 6 hafta sonunda kan şekeri değerleri 282.8 mg/dl glikoz iken, uygulanan SA tedavisi ile bu değerin 216.4 mg/dl glikoz ve PP tedavisi ile 118,4 mg/dl glikoza düştüğü ($p <0,001$) ve STZ ile indüklenen diyabetik kontrol farelerinin 6 hafta sonunda kolesterol değerlerinin 232.1 mg/dl olduğu ve uygulanan SA ve PP tedavileri ile bu değerin 208.4 ve 194.3 mg/dl'ye düştüğü tespit edilmiştir. Tiyobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS) ile ölçülen lipid oksidaz aktivitesi ise, sağlıklı kontrol grubunda 1.25 ve STZ ile indüklenen diyabetik kontrol grubunda 4.30 mmol/L iken, uygulanan SA ve PP tedavileri ile bu değerin sırasıyla 2.07 ve 1.80 mmol/L'ye düştüğü ($p <0,001$) ve sağlıklı grubun değerine yaklaştığı tespit

edilmiştir. Buna göre çalışma sonuçları, *Syringae vulgaris flos* f. *alba'*nın (SA- beyaz leylak) etanol ekstraktın hiperglisemi ve hiperkolesterolemiyi azaltma, antioksidan enzim aktivitesini artırma ve lipid peroksidasyonunu azaltma kapasitesinin PP etanol ekstraktına yaklaşmakta olduğunu ve *Syringae vulgaris flos* f *alba* ekstraktlarının iyileştirme nedeniyle patolojik olayları önlemede koruyucu bir rol oynadığını göstermiştir (Berbecaru-Iovan et al., 2016).

Tayland'da yaygın olarak kullanılan sekiz yenilebilir çiçek ile yapılan çalışmada, çiçeklerin çay infüzyonları 3, 5 ve 10 dakika boyunca 90, 95 ve 100 $^{o}$C'de demlenerek hazırlanmış ve bunların farklı demleme sıcaklığı ve zamanlarında toplam fenolik içeriği ve antioksidan kapasiteleri araştırılmıştır. Toplam fenolik içerik (TPC), Folin-Ciocalteu reaktif yöntemiyle gallik asit eşdeğerleri (GAE) olarak hesaplanmış ve en yüksek toplam fenolik içeriğinin 35.446 (mg GAE / g DW) ile 3 dakika boyunca 100 $^{o}$C'de demlenen *Tagetes erecta* çiçeklerinin çayında bulunmuştur. Demir indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) ile ölçülmüş olan antioksidan aktivitede ise, 5 dakika boyunca 95 $^{o}$C'de demlenmiş *Tagetes erecta* çay içecekleri, 36.143 µmol $FeSO_4$ / g DW ile en yüksek toplam azaltma kapasitesini sergilemiştir. Sonuçlar, fenolik içerikle antioksidan kapasiteyi ilişkilendirirken, farklı demleme sıcaklıklarında ve sürelerinde farklı miktarlarda çay polifenollerinin de elde edildiğini göstermiştir (Ngoitaku et al., 2016).

51 farklı bitki çaylarının toplam fenolik içerikleri ve antioksidan kapasiteleriyle olan ilişkilerinin incelendiği çalışmada, toplam fenolik içeriklerin 44 kat farkla 0.032 ± 0.001 ile 1.395 ± 0.068 g gallik asit eşdeğeri (g GAE) / L arasında değiştiği ve 51 infüzyon için ortalama değerin 0.480 g GAE / L olduğu belirlenmiştir. Demir indirgeyici antioksidan güç (FRAP) deneyi ile belirlenen antioksidan aktivitelerde ise FRAP değerlerin 78 kat farkla 0.392 ± 0.014 ile 30.581 ± 1.285 mol Fe (II) / L arasında değiştiği ve 51 infüzyon için ortalama değerin 9.189 mol Fe (II) / L olduğu belirlenmiştir. 51 infüzyonun antioksidan kapasiteleri ve toplam fenolik içeriği arasındaki korelasyonu değerlendirildiğinde ise, $R^2$ = 0.7929 ile pozitif bir doğrusal korelasyon belirlenmiş ve fenolik bileşiklerin bu içeceklerin antioksidan faaliyetlerinden sorumlu ana bileşenler olduğu gösterilmiştir (Fu et al., 2011).

## 2.5. Demleme Yöntemleri

### 2.5.1. İnfüzyon ile demleme

Bitki çayları, çay bitkisi (*Camellia sinensis* L. 0 Kuntze) yaprakları dışındaki herhangi bir bitkiden hazırlanan ve çay ile aynı kullanımı amaçlayan gıdalardır

(Anonymous, 2017; Malongane et al., 2017). Hazırlanmaları için taze veya kuru meyveler, yapraklar, çiçekler, kökler, tohumlar ve saplar gibi bitkilerin farklı kısımları kullanılabilmektedir (Malongane et al., 2017; Piljac Žegarac, Šamec, & Piljac, 2013). Bu çaylar, bir veya birden fazla bitkisel maddeden yapılır ve kaynatma, infüzyon veya maserasyon yoluyla hazırlanır (Agency, 2010; Malongane et al., 2017).

İnfüzyonlar, belli bir miktar alınan ve uygun bir boyuta indirgenmiş/öğütülmüş bitkisel madde ya da maddelerin üzerine kaynar su dökülerek ve genellikle 5 ile 15 dakika olmak üzere belirli bir süre boyunca demlenmeye bırakılarak hazırlanan sıvı içeceklerdir (Agency, 2010; Malongane et al., 2017; Piljac Žegarac et al., 2013). Bitkisel maddelerin mikrobiyal yükünü azaltması açısından kaynar su kullanımı önemlidir (Agency, 2010).

Dekoksiyon veya kaynatma, bitkisel materyalin üzerine soğuk su dökülmesi, kaynama noktasına kadar ısıtılması ve 15-30 dakika kadar bir süre kaynatılmasıyla hazırlanan sıvı içeceklerdir (Piljac Žegarac et al., 2013). Dekoksiyon, genellikle uzun süreli bir ısı uygulamasını gerektirir (Tan, Lim, & Lee, 2015). Bu da daha fazla maddenin ekstraksiyonuna izin verir, ancak aynı zamanda daha fazla aroma kaybına da sebep olabilir (Fotakis et al., 2016).

Maseratlar ise, bitkisel maddelerin oda sıcaklığında yaklaşık 30 dakika ıslatılmasıyla elde edilen sıvı preparatlardır (Piljac Žegarac et al., 2013).

İnfüzyon çoğunlukla yapraklar, çiçekler ve hassas kısımlar için uygunken, kaynatma veya maserasyon kökler, rizomlar ve kabuklar için uygun bir hazırlama yöntemidir (Agency, 2010; Piljac Žegarac et al., 2013). İnfüzyon için kullanılan suyun mineral bileşimi ve sertliği bitki çayının tadını, rengini ve görünümünü etkilemektedir. Bu yüzden bitki çaylarının hazırlanmasında demineralize su kullanımı önem arz eder. Bunun yanı sıra, infüzyonların hazırlanmasında taze kaynamış suyun kullanılması, bitkideki değerli bileşenlerin daha yüksek oranda çaya geçmesini sağlar. Daha düşük su sıcaklıkları eksik ekstraksiyona sebep olabilir (Anonymous, 2017).

### 2.5.2. Mikrodalga ile demleme

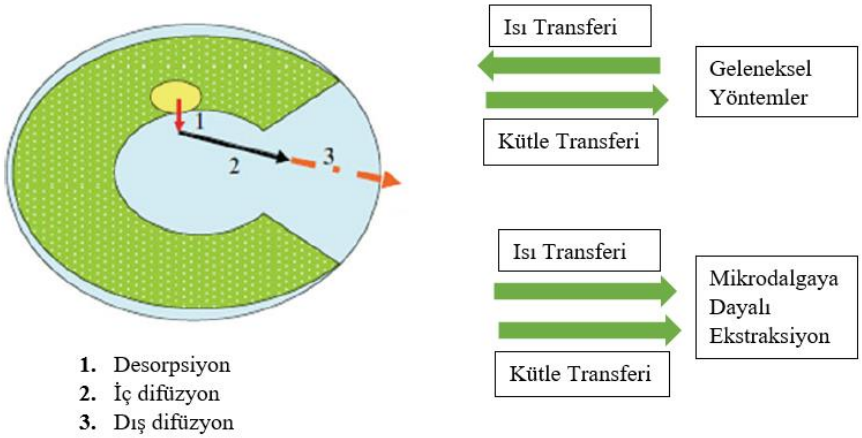
Mikrodalgalar iki salınımlı alandan (bir elektrik alanı ve bir manyetik alan) oluşan ve 300 MHz (radyo radyasyonu) ile 300 GHz arasında değişen frekans aralığına sahip iyonlaşmayan elektromanyetik dalgalardır (Llompart, Garcia-Jares, Celeiro, & Dagnac, 2019; M Vinatoru, Mason, & Calinescu, 2017). Kimya araştırmalarında yaygın olarak kullanılan iki mikrodalga frekansı vardır (M Vinatoru et al., 2017). Bunlardan,

915 MHz daha geniş penetrasyon derinliği ile endüstriyel uygulamalar için kullanışlı olarak kabul edilirken, 2.45 GHz frekansı genellikle ev tipi mikrodalga fırınlar ve laboratuvar ekipmanları için uygundur (Routray & Orsat, 2012; M Vinatoru et al., 2017).

Bir ekstraksiyon mekanizmasında katı içeren partikül ile çözücü arasındaki etkileşim süresi boyunca, çözücünün katı matrise nüfuz etmesi, bileşenlerin çözündürülmesi ve / veya parçalanması, çözünen maddenin katı matristen taşınması, ekstrakte edilen çözünmüş maddenin katının dış yüzeyinden yığın çözeltisine göçü, ekstraktın katıya göre hareketi ve ekstrakt ve katı maddenin ayrılması ve boşaltılması gibi bir dizi fenomonolojik adım meydana gelir (Chemat, 2012).

Geleneksel çözücü ekstraksiyonunda, içeriden dışarıya kütle transferi, dışarıdan içeriye ısı transferi gerçekleşirken, mikrodalga çözücü ekstraksiyonunda, her iki taşıma fenomeni de ekstrakte edilen materyalin içinden çözücüye doğru olmak üzere aynı yöndedir (J Mason, Chemat, & Vinatoru, 2011).

Mikrodalgalar, iyonik iletim ve dipol rotasyonunun ikili mekanizması ile molekülleri ısıtır. İyonik iletim ve dipol rotasyonu hem çözücü hem de örnekte genellikle eşzamanlı olarak gerçekleşir, bu da mikrodalga enerjisini etkili bir şekilde termal enerjiye dönüştürür (Llompart et al., 2019). İyonik iletim, mikrodalgaların ürettiği elektrik alanının etkisi altında yük taşıyıcıların (örneğin iyonlar ve elektronlar) indüklenmiş elektroforetik göçünü ifade eder. Göç hareketli iyonlar ve ortam arasında bir sürtünme oluşur ve bu da ısınmaya neden olabilir (M Vinatoru et al., 2017). Mikrodalga ekstraksiyonunda en önemli ısıtma mekanizması olan dipol rotasyonu ise, elektrik alanı ile hizalanmaya çalışan polar moleküllerin alternatif hareketi ile ilişkilidir. Çözücü moleküller kendilerini elektrik alanında yeniden hizalamaya çalışırlar. Bu da titreşime ve moleküllerin çoklu çarpışmalarına yol açar. Böylelikle enerji salınımı ve sürtünme kuvveti üretilir ve sıcaklık artar. Mikrodalga alanında numunenin ısı üretimi, bir dielektrik bileşiğinin varlığını gerektirir. Sadece kalıcı dipollü malzemeler veya çözücüler mikrodalgalarla ısıtılır (Llompart et al., 2019).




**Şekil 2.8.** Mikrodalga ekstraksiyon mekanizması (Chemat, 2012).

Bir mikrodalga sistemi tipik olarak; mikrodalga enerjisinin üretildiği mikrodalga jeneratörü veya magnetron, bir elektromanyetik dalganın yönlendirilmesi ve magnetrondan mikrodalga boşluğuna yayılması için kullanılan dalga kılavuzu, numunenin yerleştirildiği aplikatör veya rezonans boşluğu ve mikrodalgaların sadece ileri yönde geçmesine izin veren sirkülatör olmak üzere dört ana bileşenden oluşur (Llompart et al., 2019; Routray & Orsat, 2012).

Mikrodalga ektraksiyonunda etkili olan parametreler ise; çözücü sistemi ve çözücü / besleme oranı, çözücü özellikleri ve çözücü hacmi, numune boyutu ve numune özellikleri (viskozite ve su içeriği gibi) , mikrodalga uygulama süresi, mikrodalganın gücü, sıcaklık ve basınç, karıştırma ve temas yüzey alanının etkisidir (Chemat, 2012; Llompart et al., 2019; Routray & Orsat, 2012).

**Çizelge 2.4.** Mikrodalga ekstraksiyonunun avantajları (M Vinatoru et al., 2017).

| **Mikrodalga Özelliği** | **Geleneksel Yöntemlere Göre Avantajları** |
|---|---|
| Elektriksel güç | Yenilenebilir enerji kaynağına izin vermesi |
| | Güvenli çalışma koşulları sağlaması |
| | Tamamen otomatik çalışma |
| | Ekstraksiyon karışımının absorbe edeceği enerjiyi kontrol etmesi |
| Temassız ısı kaynağı | Daha etkili ve seçici ısıtma yapması |
| | Mikrodalgalar sayesinde çözücü gerektirmeyen proses sağlaması |
| | Enerji transferini artırması ve ısı kontrolü sağlaması |
| | Isı derecesini, ekipman boyutunu ve operasyon birimlerini azaltması |
| | Yüksek güç yoğunluğu sağlaması |
| Seçici ısıtma | Bitki materyalini çözücüye karşı seçici olarak ısıtması sayesinde ekstraksiyon mekanizmasını geliştirmesi ve böylece ekstraksiyon verimini artırıp ekstraksiyon süresini azaltması |

Üzümden mikrodalga ile antosiyaninlerin ekstraksiyonu üzerine yapılan çalışmada, etkili parametreler değerlendirilirken en önemli etkiye sahip değişkenin ekstraksiyon çözücüsü olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda, mikrodalga yönteminde maserasyon yöntemiyle karşılaştırıldığında benzer geri kazanımlar elde edilmiş olup, ekstraksiyon süresinde 5 saatten 5 dakikaya kadar kayda değer bir azalma sağlandığı tespit edilmiştir (Liazid, Guerrero, Cantos, Palma, & Barroso, 2011).

Geleneksel termal ekstraksiyon ve mikrodalga esaslı ekstraksiyon yöntemlerinin *Cynara scolymus* (CS) üzerinde çalışıldığı makalede, optimize edilmiş aynı koşullar altında, mikrodalga ile ekstraksiyonda daha kısa sürede fenolik asitler bakımından %70.56, flavonoidler bakımından ise %74.14 oranında daha yüksek verimlilik sağladığı belirlenmiştir. Yine, termal ekstraksiyonda ekstrakt aşırı ısınma yoluyla termal bozunmaya maruz kaldığından, termal ekstraksiyona kıyasla mikrodalga ekstraksiyonunda fenolik asitlerde %31.37 ve flavonoidlerde %6.6 daha yüksek saflık değerleri elde edilmiştir (Alupului, Calinescu, & Lavric, 2012).

Daha önceden Yu, Ahmedna, and Goktepe (2005), Nepote, Grosso, and Guzmán (2005) ve Ballard, Mallikarjunan, Zhou, and O'Keefe (2009)'nın yer fıstığı kabuğundan fenolikleri ekstrakte etmek için yapmış oldukları çalışmalar, mikrodalga esaslı ekstraksiyon yöntemiyle karşılaştırılmıştır.

Farklı konsantrasyonlarda etanol, metanol çözeltileri ile %100 saf su ile ekstrakte edilmiş fıstık kabuklarının optimum koşullarının belirlendiği çalışmada, optimum koşullar altında (%30.8 etanol çözeltisi, 30.9 ° C, 12 dakika) maksimum öngörülen toplam fenolik miktarı 118 mg gallik asit eşdeğeri (GAE) / g kabuk olarak bulunmuştur (Ballard et al., 2009). Mevcut çalışmada kullanılan mikrodalga ekstraksiyon işlemi ise, Ballard ve arkadaşları tarafından bildirilen fıstık kabuklarının toplam fenolik değerlerine kıyasla yaklaşık %22'lik bir artış sağlanmıştır (Ballard, Mallikarjunan, Zhou, & O'Keefe, 2010).

Yer fıstığı kabuğundan fenolikleri ekstrakte etmek için su, %80 etanol ve %80 metanol kullanıldığı diğer bir çalışmada ise, fenolik bileşiklerin ekstrakte edilmesinde %80'lik etanol çözeltisi en etkili çözücü olurken, etanol ve metanol ekstraksiyonundan elde edilen toplam fenolikler yaklaşık 90 ile 125 mg / g yağsız kuru kabuk olarak belirlenmiştir (Yu et al., 2005).

Yer fıstığı kabuğunun ekstraksiyonu ile ilgili yapılan bir başka çalışmada, benzer olarak, fenolik bileşiklerin en iyi ekstraksiyonuna, %70 etanol çözeltisi, ezilmemiş fıstık kabuklarının kullanımı, 20 ml/g çözücü / katı oranı, 10 dakika çalkalama ve üç

ekstraksiyon kullanılarak ulaşıldığını belirlenmiştir. Bu koşullar altında elde edilen fenolik bileşikler için maksimum verim 0.118 g/ g olarak kaydedilmiştir (Nepote et al., 2005).

Her durumda, mikrodalga ekstraksiyonunda maksimum toplam fenolik miktarı, önceki çalışmalarda bildirilenden daha yüksektir. Ek olarak, önceki çalışmalarda ekstraksiyon süreleri 10 dakika (Nepote et al., 2005), 12 dakika (Ballard et al., 2009) ve 24 saatte (Yu et al., 2005) olduğundan mikrodalgada sadece 30 saniyede daha fazla fenolik bileşik elde edildiğinden en düşük ekstraksiyon süresine kıyasla ekstraksiyon süresinde %95'lik bir azalma tespit edilmiştir (Ballard et al., 2010).

Mikrodalga yöntemi kullanılarak elde edilen yer fıstığı kabuğunun maksimum ORAC değeri (2789 lmol TE / g kabuk), Ballard et al. (2009)'nın yaptıkları çalışmaya çözücü ekstraksiyonu yöntemi kullanılarak elde ettikleri değere (2149 lmol TE / g kabuk) kıyasla %29.7 oranında bir artış belirlenmiştir. Böylece, mikrodalganın geleneksel ekstraksiyon yöntemlerinde görülenden daha yüksek peroksil temizleme yeteneği sergilediği ve daha büyük miktarlarda fenolik antioksidan çıkarma potansiyeline sahip olduğu görülmektedir (Ballard et al., 2010).

Sülfatlanmış polisakkaritler genellikle büyük çözücü hacmi ve uzun ekstraksiyon süreleri kullanılarak sıcak su, seyreltik asit veya seyreltik alkali ile ekstrakte edilebilir. Kahverengi deniz yosunundan fukoidan elde etmek için potansiyel bir yöntem olarak mikrodalga ekstraksiyonu kullanıldığında ise, optimum reaksiyon koşulları altında daha kısa ekstraksiyon süresi ve aşındırıcı olmayan çözücülerin kullanılmasını sağladığı için maliyeti düşürdüğü belirlenmiştir (Rodriguez-Jasso, Mussatto, Pastrana, Aguilar, & Teixeira, 2011).

Yeşil çay polifenollerinin mikrodalga ve geleneksel ısıtma altında suyla ekstraksiyonlarının karşılaştırılması ile ilgili yapılan bir çalışmada, 80 °C'de 30 dakika mikrodalga ile ekstraksiyonda ekstraktın flavanol içeriği 97.46 (± 0.08) mg kateşin eşdeğeri / g yeşil çay ekstraktı olarak belirlenmişken, buna karşılık 80 °C'de 45 dakikalık geleneksel yöntemde 83.06 (± 0.08) mg kateşin eşdeğeri / g yeşil çay ekstraktı belirlenmiştir. Özellikle en biyoaktif flavanol EGCG konsantrasyonu, mikrodalgada 77.14 (± 0.26) mg kateşin eşdeğeri / g yeşil çay iken, geleneksel metotta bu değer 64.18 (± 0.26) mg / g olmuştur. Sıcaklığın 100 °C'ye çıkartılmasıyla bir karşılaştırılma yapıldığında ise, 100 °C'de 20 dakikalık mikrodalga ekstraksiyonunun (111.28 mg gallik asit eşdeğeri / g yeşil çay ekstresi), aynı sıcaklıkta 40 dakikalık geleneksel

ekstraksiyondan (102.20 mg gallik asit eşdeğeri / g yeşil çay ekstresi ) tüm polifenol alt sınıflarının daha yüksek konsantrasyonlarını verdiği belirlenmiştir (Nkhili et al., 2009).

### 2.5.3. Ultrases ile demleme

Ses dalgaları, genel olarak farklı frekans aralıklarını kapsayan, insan işitme duyusunun hassasiyet aralığı (10 Hz- 20 kHz) içinde bulunan dalgalar (işitilebilir dalgalar), frekansları duyulabilir aralığın (<16 Hz) altında olanlar (infrasonik dalgalar) ve duyulabilir aralığın üzerinde (> 20 kHz) ancak mikrodalga frekanslarından daha düşük (10 MHz'e kadar) frekanslara sahip ses dalgaları (ultrasonik dalgalar) olmak üzere üç kategoriye ayrılır (Pico, 2013; Tiwari, 2015).

Ultrases kullanımları, yüksek yoğunluklu ve düşük yoğunluklu olmak üzere iki gruba ayrılır. Düşük yoğunluklu ultrases, yüksek frekans (100 kHz – 1 MHz) ve düşük güç (tipik olarak <1 W/cm$^2$) gerektirirken, çoğunlukla gıdanın fizikokimyasal özellikleri (örn. sertlik, olgunluk, şeker içeriği ve asitlik) hakkında bilgi sağlamak için kullanılır. Bununla birlikte, yüksek yoğunluklu ultrases, gıdaların özelliklerini fiziksel veya kimyasal olarak değiştirebilen düşük frekanslı (16–100 kHz) ve yüksek güç (tipik olarak 10–1000 W/cm$^2$) gerektirir (Pico, 2013).

Ultrases destekli ekstraksiyon, ısı ve kütle transferini hızlandırabilen ve ekstraksiyon alanında da kullanılan, gelişmekte olan potansiyel bir teknolojidir (Chemat & Khan, 2011). Ultrases, hayvansal veya bitkisel ürünlerden biyoaktif bileşenlerin (polifenol, antosiyanin, tartarik asit, aroma bileşenleri, polisakkaritler ve fonksiyonel bileşikler), tahıl ve baklagillerden protein, şeker ve nişastanın, nane ve lavanta gibi materyallerden yağ ve aroma bileşiklerinin ekstraksiyonunda kullanılabilmektedir (Esclapez, García-Pérez, Mulet, & Cárcel, 2011; Vilkhu, Mawson, Simons, & Bates, 2008).

Farklı bitkisel materyallerin ultrases yöntemiyle ekstrakte edilmesine dair birçok yayın yapılmış olsa da yapılan ilk alıntılardan biri, 1952 yılında şerbetçiotunun kaynatılması ile karşılaştırılan ultrases ile sulu ortamda ekstrakte edilmesi çalışmasıdır (Mircea Vinatoru, 2001). Bu çalışmada önemli bir bulgu olarak, ultrases kullanımı ile biranın kalitesi aynen korunurken, bira yapımında gerekli şerbetçiotu miktarının %40 oranında azaltılabildiği rapor edilmiştir (M Vinatoru et al., 2017).

Herhangi bir ses dalgası gibi ultrases de, içinden geçtiği ortamın moleküllerinde indüklenen bir dizi sıkıştırma ve seyreltme dalgaları yoluyla yayılır (M Vinatoru et al., 2017). Bu tür alternatif basınç değişiklikleri, sıvı ortamda kabarcıkların oluşmasına ve

nihayetinde bu kabarcıkların çökmesine neden olur. Ultrases uygulanmış sıvılarda mikro kabarcıkların oluşması, genişlemesi ve iç içe geçerek çökmesi olgusu “akustik kavitasyon” olarak bilinir. Ultrases ekstraksiyonunda ana itici güç bu akustik kavitasyondur (Tiwari, 2015).

Bitki materyalinin suyla ya da çözücüyle etkileşiminden sonra ultrases dalgaları, fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkiler, kavitasyon etkisi ile ekstrakte edilebilir bileşiklerin salınmasını kolaylaştırır ve bitki hücre duvarlarını bozarak toplu taşınmayı artırır. Ultrases ile ekstraksiyon çalışma süresini kısaltmanın yanı sıra büyük miktarda çözücü kullanımını önleyen temiz bir yöntemdir (Chemat & Khan, 2011).

Bitkisel parçacıklar, bir ekstraksiyon karışımında süspanse edilir edilmez çözücü tabakası ile çevrelenir ve çözücü bitkisel materyalin içine girer. Bitkinin ıslanması ve partiküllerinin boyutunun artması zaman gerektirir ve bu süreç şişme olarak bilinir. Şişme, fitofarmasötik teknolojinin önemli bir parçası olan malzemenin şişme indeksi (SI) olarak ölçülür. Şişme indeksi, belirli koşullar altında 1 g bitki materyalinin şişmesi ile aldığı mL cinsinden çözücü hacmidir. Bitkinin içinde bulunan ve kullanılan çözücüde çözünür olan bileşikler, toplu çözeltiye doğru hareket edecektir. Bunu sağlayan itici güç, bitki parçacığının içindeki ve dışındaki bileşiklerin konsantrasyon gradyanları olup, bu yavaş bir süreçtir ve klasik prosedürlerin ekstraksiyonu tamamlamak için uzun süre gerektirmesinin nedeni budur. Ultrases ise, gelişmiş difüzyon ve hücrelerin daha fazla durulanmasını sağlamakla birlikte, hücre içeriklerinin çoğunu toplu çözücüye maruz bırakan ve çözücünün bitkiden daha fazla hedef malzeme çıkarabilmesi için daha iyi kütle transferi sağlar. Daha büyük yüzey alanına sahip daha küçük bitki parçacıkları üretmek için daha fazla parçalanma gerçekleştirir. Kavitasyon kabarcıklarının asimetrik çökmesi sırasında oluşan jet darbeleri, çözücüyü daha fazla ve daha hızlı penetrasyon (daha büyük şişme indeksi) üreten partiküllere yönlendirir. Jetler ayrıca, çözücüyü hücreye zorlayarak gerekli bileşikleri çözündüren ve bunları toplu çözücüye geri götüren bir mikro pompa gibi davranan bitki hücrelerinin gözenek genişlemesine katkıda bulunabilir (M Vinatoru et al., 2017). Bu etkilerin bir sonucu olarak, geleneksel ekstraksiyon işlemlerine göre daha az ekstraksiyon süresi gerektirir (Esclapez et al., 2011). Böylelikle ultrases uygulaması, daha fazla kütle transferi, daha iyi çözücü penetrasyonu, çözücü kullanımına daha az bağımlılık ve alternatif (GRAS) çözücüler kullanma fırsatı, daha düşük sıcaklıklarda ekstraksiyon ve ısıya duyarlı bileşenlerin ekstraksiyonunun arttırılması, daha hızlı ekstraksiyon oranları ve daha fazla ürün verimi gibi faydalar sağlar (Pico, 2013; Vilkhu et al., 2008).

Ultrases ekstraksiyonu üzerine ultrases gücü ve frekansı (Düşük frekans aralığında (20-40 kHz) daha yüksek ekstraksiyon verimleri rapor edilmiştir.), gönderilen enerji yoğunluğu (Yüksek yoğunluk, ekstrakte edilmiş bileşiklerin bozulmasına sebep olabilir), ultrases reaktörlerinin şekli ve boyutu gibi fiziksel etkiler, çözücü özellikleri, ekstraksiyon sıcaklığı ve uygulama süresi, çözünmeyen gazların varlığı ve dış basınç gibi ortam parametreleri, parçacık boyutu, taze ya da kuru olması, çözücüyle etkileşimi gibi matriks parametreleri etkilidir (Chemat et al., 2017; Tiwari, 2015).

Yüksek güçlü ultrason, iki tip cihaz, ultrasonik banyo veya prob tipi ultrason ekipmanı kullanılarak uygulanabilir. Her iki sistem de bir ultrason güç kaynağı olarak bir dönüştürücüye dayanmaktadır. Piezoelektrik dönüştürücü, ultrasonik reaktörlerin çoğunda kullanılan en yaygın tiptir. Ultrasonik banyo, en yaygın olarak bilinen ultrasonik cihaz türüdür, genellikle bir veya daha fazla ultrasonik dönüştürücü içeren paslanmaz çelik bir tanktan oluşur (Chemat et al., 2017).

Portakal kabuğundaki polifenollerin ultrases yöntemiyle ekstrakte edilmesiyle ilgili yapılan bir çalışmada, portakalda (*C. Sinensis*) bulunan ana flavanon glikozit (naringin ve hesperidin) miktarlarının ultrases destekli ekstraksiyonda sırasıyla 70.3 ve 205.2 mg / 100 g taze ağırlık (FW) olduğu ve bunların geleneksel solvent ekstraksiyonunda elde edilen miktarlara göre (sırasıyla 50.9 ve 144.7 mg / 100 g FW) önemli ölçüde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, ultrases yöntemiyle 15 dakika boyunca elde edilen toplam fenolik madde miktarı (275.8 mg of GAE/100 g FW), 60 dakika boyunca uygulanan solvent ekstaksiyonuna (SE) göre önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Toplam fenollerin ekstraksiyonunda aktivasyon enerjisi ultrases yönteminde solvent ekstraksiyona göre daha düşük (sırasıyla 6.34 kJ / mol ve 34.21 kJ / mol) çıkarken, ultrases altındaki ekstraksiyonun 3 kat daha hızlı gerçekleştiği belirlenmiştir (Khan, Abert-Vian, Fabiano-Tixier, Dangles, & Chemat, 2010).

Ultrasesin çay infüzyonunun kimyasal ve duyusal kalitesi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, çayın polifenol, amino asit ve kafein içeriklerinin ultrases destekli ekstraksiyonda geleneksel yönteme göre daha düşük sıcaklıklarda, yüksek verimle daha fazla miktarlarda elde edildiği belirlenmiştir. Ayrıca, ultrases destekli ekstraksiyonda aroma bileşenlerinin ve glikosidik aroma öncülerinin ekstraksiyon verimi artarken, protein ve pektin ekstraksiyonunun azaldığı ve böylece ultrasonik çay infüzyonunun duyusal kalitesinin geleneksel çay infüzyonundan daha iyi olduğu gözlenmiştir (Xia, Shi, & Wan, 2006).

Üzüm çekirdeği üzerine yapılan bir çalışmada ise, yağ ekstraksiyonu için 6 saat Soxhlet kullanılmasıyla elde edilen miktarın ultrases destekli ekstraksiyonda 30 dakikada elde edildiği belirlenmiştir. Yağı uzaklaştırılmış üzüm çekirdeklerinin toplam polifenol ve toplam tanin içerikleri karşılaştırıldığında ise, ultrases ve maserasyon ekstraksiyonlarında benzer geri kazanımlar sağlanmakla birlikte, hem yağ hem polifenoller için geleneksel ekstraksiyon yöntemlerine kıyasla ultrases, daha düşük bir çözücü tüketimi ve daha kısa bir ekstraksiyon süresi sağlamıştır (Da Porto, Porretto, & Decorti, 2013).

# 3. MATERYAL VE YÖNTEM

## 3.1. Materyal

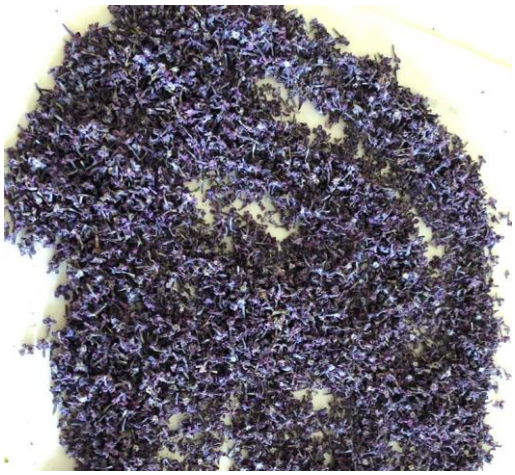
Çalışmada materyal olarak kullanılan leylak çiçeği (*S. vulgaris*), 2020 yılının nisan ayında Selçuk Üniversitesi kampüsünden toplanarak temin edilmiştir. Daha sonrasında laboratuvara alınan leylak, saplarından ayıklanarak hazır hale getirilmiştir. Demleme işleminden önce kurutmanın da etkisini görmek amacıyla taze çiçekler 60 ºC tepsili kurutucuda ve gölgede ortam sıcaklığında olmak üzere iki ayrı yöntemle kurutularak işleme hazır hale getirilmiştir.



**Şekil 3.1.** Leylak (*S. vulgaris*)



**Şekil 3.2.** Tepsili kurutucuda kurutulmuş leylak



**Şekil 3.3.** Gölgede kurutulmuş leylak

## 3.2. Çayların Demlenmesi

### 3.2.1. İnfüzyon yöntemiyle demleme

Tepsili kurutucuda ve gölgede kurutulan leylak çiçekleri, iki tekerrür olacak şekilde, 1 g tartılarak cam kavanozlara alınmıştır. Tartılan örneklerin üzerine 100 ml 90 $^{o}$C sabit sıcaklıkta saf su ilave edilmiş ve kavanozların ağzı sıkıca kapatılmıştır. Su banyosuna alınan örnekler 2, 5 ve 10 dk olmak üzere üç farklı sürede ayrı ayrı demlenmiştir. Demleme süresi tamamlanan örnekler, çay süzgeciyle süzülerek yeni cam kavanozlara alınmıştır.

### 3.2.2. Ultrases yöntemiyle demleme

Tepsili kurutucuda ve gölgede kurutulan leylak çiçekleri, iki tekerrür olacak şekilde, 1 g tartılarak cam kavanozlara alınmıştır. Tartılan örneklerin üzerine 100 ml 90$^{o}$C sıcaklıktaki saf su ilave edilmiş ve kavanozların ağzı sıkıca kapatılmıştır. Örnekler, 35 kHz, %50 güç (475 W) ve oda sıcaklığı koşullarına ayarlanan ultasonik su banyosuna (TI-H 20, Elma Schmidbauer) alınarak, 2, 5 ve 10 dk olmak üzere üç farklı sürede ayrı ayrı demlenmiştir. Demleme süresi tamamlanan örnekler, çay süzgeciyle süzülerek yeni cam kavanozlara alınmıştır.

### 3.2.3. Mikrodalga yöntemiyle demleme

Tepsili kurutucuda ve gölgede kurutulan leylak çiçekleri, iki tekerrür olacak şekilde, 1 g tartılarak cam balona alınmıştır. Tartılan örneklerin üzerine 100 ml 90 $^{o}$C sıcaklıktaki saf su ilave edilmiş ve balonların ağzı yine cam bir kapakla kapatılmıştır. Minimum güçteki (90 W) mikrodalgaya (MD 554, Arçelik) alınan örnekler 2, 5 ve 10

dk olmak üzere üç farklı sürede ayrı ayrı demlenmiştir. Demleme süresi tamamlanan örnekler, çay süzgeciyle süzülerek yeni cam kavanozlara alınmıştır.

Her üç yöntemle de hazırlanan leylak çayları renk analizleri yapıldıktan sonra diğer analizleri yapılana kadar -18 ºC'de muhafaza edilmiştir.

### 3.3. Analiz Yöntemleri

#### 3.3.1. Renk ölçümü

Leylak çaylarının reflektans renk değerleri (*L**, *a**, *b**, *C** ve h) Konica Minolta CM-5 model kolorimetre ile transmitans örnek tutucu yoluyla 10 mm optik yollu hücrede okunarak kaydedilmiştir (Akbulut & Coklar, 2008).

#### 3.3.2. Brix ölçümü

Leylak çaylarının briks ölçümü Atago marka refraktometre ile 20 ºC'de gerçekleştirilmiştir (Cemeroğlu, 2013).

#### 3.3.3. Bulanıklık ölçümü

Leylak çayları, bulanıklığı etkileyecek katı parçacıkların uzaklaştırılması amacıyla 500 rpmde 5 dk santrifüjden geçirilmiş ve sonrasında, türbidimetre okuma kaplarına alınarak bulanıklık değerleri okunup kaydedilmiştir (Cemeroğlu, 2013).

#### 3.3.4. pH ölçümü

Çay örneklerinin pH değerleri doğrudan cam elektrotlu WTW marka pHmetre kullanılarak 25 ºC'de ölçülmüş ve kaydedilmiştir (Cemeroğlu, 2013).

#### 3.3.5. Yüzde titrasyon asitliği ölçümü

Çayların titrasyon asitliği potansiyometrik olarak belirlenmiş olup, pH 8.1 oluncaya kadar 0.005N NaOH çözeltisi ile titre edilerek belirlenmiştir (AOAC, 1984).

#### 3.3.6. Mineral madde analizi

Tepsili kurutucuda ve gölgede kurutulmuş ve öğütülmüş olan örneklerden 0.5 gram alınarak üzerine 15 ml saf nitrik asit ($HNO_3$) eklenmiştir. Hazırlanan numuneler, mikrodalga fırında (MARS 5 Plus) 200 ºC'de yakıldıktan sonra belirli bir su miktarıyla seyreltilmiştir. Yakılmış örnekler indüktif olarak bağlanmış plazma atomik emisyon spektrometre (ICP-AES Varian-Vista) cihazında okunarak örneklerin mineral

konsantrasyonları belirlenmiştir. Çaylarda ise yakma işlemi uygulanmadan doğrudan okuma yapılmıştır (Akbulut, Çalışır, Marakoğlu, & Çoklar, 2009).

### 3.3.7. Kurutulmuş leylak çiçeklerinin ekstraksiyonu

Tepsili kurutucuda ve gölgede kurutulan leylak çiçeklerinden 0.1 g tartılmış ve 25 ml %80'lik metanol çözeltisi ilave edilerek 35 kHz, %50 güç (475 W) ve oda sıcaklığı koşullarında ultasonik su banyosunda (TI-H 20, Elma Schmidbauer) 25 dk süreyle tutulmuştur. 9000 rpm'de 10 dk süreyle santrifüjlenen (NF 800R, Nüve) ekstraktların süpernatant kısmı alınarak -18 $^{o}$C'de muhafaza edilmiştir.

### 3.3.8. Toplam fenolik madde tayini

Hazırlanan leylak çaylarının ve metanol ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları Folin- Ciocalteu metoduna göre belirlenmiştir. Çalışmanın öncesinde belirli oranda seyreltilen bitki çaylarından 500 µl alınarak, üzerine 2500 µl Folin-Ciocalteu çözeltisi (0.2 N) ve 2000 µl sodyum karbonat çözeltisi (75 g/L) ilave edilmiştir. Karanlık bir ortamda iki saat inkübasyona bırakılan örnekler spektrofotometrede (U-1800, Hitachi, Japan) 765 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Leylak çaylarının ve ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları sırasıyla, mg gallik asit eşdeğeri (GAE) / 100 ml çay ve mg gallik asit eşdeğeri (GAE) / 100 g kuru ağırlık (DW) cinsinden hesaplanmıştır (Çoklar & Akbulut, 2016; Singleton & Rossi, 1965).

### 3.3.9. Toplam monomerik antosiyanin tayini

Toplam monomerik antosiyanin miktarı, antosiyaninlerin pH 1.0'da renkli oksonyum formundan pH 4.5'te renksiz hemiketal forma dönüşmelerini esas alan pH diferansiyel metoduna göre belirlenmiştir (Lee, Durst, & Wrolstad, 2005). Örnekler potasyum klorit ve sodyum asesatla seyreltilmiş ve 515 ve 700 nm dalga boyundaki absorbans değeri ölçülmüştür. Toplam monomerik antosiyanin miktarı siyanidin-3-glukozit eşdeğeri olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam monomerik antosiyanin içeriği (mg/l)} = \frac{A.MW.D.10^3}{1.\varepsilon} \quad (3.1)$$

$$A \text{ (Absorbans değeri)} = (A_{515nm} - A_{700nm})_{pH1.0} - (A_{515nm} - A_{700nm})_{pH4.5} \quad (3.2)$$

Burada;

A: Absorbans farkı

MW: Siyanidin-3-glukozidin moleküler ağırlığı (449.20 g/mol),

D: Seyreltme faktörü

ε: Siyanidin-3-glukozidin molar absorplama katsayısı (26900 L $mol^{-1}$ cm-1)

l: Işığın kat ettiği yol (10 mm)

### 3.3.10. Toplam antioksidan analizleri

#### 3.3.10.1. DPPH ile antioksidan analizi

Hazırlanan leylak çaylarının ve ekstraktların toplam antioksidan DDPH analizi Brand-Williams, Cuvelier, and Berset (1995)'e göre uyarlanmıştır. Leylak çaylarından 100 µl alınmış ve üzerine 3900 µl DPPH ($6x10^{-5}$ M) metanolik çözeltisinden ilave edilmiştir. Oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 30 dakika inkübasyondan sonra spektrofotometrede (U-1800, Hitachi, Japan) 515 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Leylak çaylarının ve ekstraktların DPPH yöntemi ile antioksidan değerleri sırasıyla, mmol trolox eşdeğeri (TE) / 100 ml çay ve mmol trolox eşdeğeri (TE) / 100 g kuru ağırlık (DW) cinsinden hesaplanmıştır (Coklar, Akbulut, Kilinc, Yildirim, & Alhassan, 2018).

#### 3.3.10.2. ABTS ile antioksidan analizi

Leylak çaylarının ve ekstraktların ABTS yöntemi ile antioksidan aktivite değerleri Re et al. (1999) tarafından açıklanan protokole göre belirlenmiştir. Leylak çaylarından 10 µl alınmış ve üzerine 990 µl metanol ile hazırlanan ABTS çözeltisinden ilave edilmiştir. 6 dakikalık inkübasyondan sonra spektrofotometrede (U-1800, Hitachi, Japan) 734 nm dalga boyunda okuma yapılarak absorbans değeri belirlenmiştir. Leylak çaylarının ve ekstraktlarının ABTS yöntemi ile antioksidan değerleri sırasıyla, mmol trolox eşdeğeri (TE) / 100 ml çay ve mmol trolox eşdeğeri (TE) / 100 g kuru ağırlık (DW) cinsinden hesaplanmıştır (Coklar et al., 2018).

### 3.3.11. Fenolik madde profili analizi

Fenolik bileşen profili analizi öncesinde çay ve ekstratlara saflaştırma işlemi uygulanmıştır. 1 ml çay veya ekstrakt önceden asitlendirilmiş su ve metanolle şartlandırılmış C18 SPE kartuşa (Agilent, USA) yüklenmiştir. Şeker ve organik asitlerin uzaklaştırılması için örnek yüklü kartuştan asitlendirilmiş su geçirilmiş ve sonrasında

metanol geçirilerek fenolik bileşikler alınmıştır. Fenolik bileşikleri içeren metanol fazı vakum altında evapore edildikten sonra belirli oranda metanolle çözündürülmüş ve 0.45 µm gözenek boyutuna sahip enjektör ucu filtreden (Sartorius AG, Goettingen, Germany) geçirilerek viallere aktarılmıştır.

Fenolik profili Agilent marka HPLC (1260 Infinity Series) ile belirlenmiştir. Seperasyon işlemi için C18 kolon (5 µm, 250×4.6 mm i.d.) kullanılmıştır. Mobil faz akış hızı 0.75 ml/dk olup gradiyent akışta asetik asit:su ve asetik asit:asetonitril:su kullanılmıştır. Dedeksiyon işlemi DAD dedektörde 280,320 ve 360 nm dalga boylarında gerçekleştirilmiştir.

### 3.3.12. İstatiksel analiz

Araştırmada kurutma ve demleme işlemleri iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş olup kurutmanın, demleme yöntem ve sürelerinin pH, asitlik, reflektans renk, antioksidan aktivite, briks, bulanıklık, toplam ve bireysel fenolikler ile mineral madde kompozisyonu üzerindeki etkilerini belirlemek için veriler IBM SPSS Statistics Version 22 programı ile varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farkların karşılaştırılmasında Mstat C programında Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır. Bununla birlikte, analizlerin birbiriyle olan ilişkilerinin değerlendirildiği korelasyon katsayıları Excel'de hesaplanmıştır.

# 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

## 4.1. Farklı Kurutma Yöntemlerinin Leylak Çiçeğinin Özellikleri Üzerine Etkisi

### 4.1.1. Farklı kurutma yöntemlerinin leylak çiçeğinin renk özellikleri üzerine etkisi

Gölgede ve tepsili kurutucuda kurutulmuş olan leylak çiçeklerinin, parlaklığın göstergesi olan *L** (100: beyaz, 0: siyah), kırmızılığın göstergesi olan *a** ((+): kırmızı; (-): yeşil), sarılığın göstergesi olan *b** ((+): sarı; (-): mavi), tona bağlı renk doygunluğu ifade eden *C** ve hunter renk skalasındaki ana renk açı değerini ifade eden h değerleri ölçülerek analiz edilmiş ve analiz sonuçları Çizelge 4.1'de, bu sonuçlara ait varyans analizi EK-1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1'de gösterildiği gibi, gölgede ve tepsili kurutucuda kurutulan leylak çiçeklerinin ortalama parlaklık *L** değerleri sırasıyla 33.260±0.622 ve 33.597±0.302 olarak tespit edilmiştir. *a** değerleri, gölge ve tepsili kurutucuda kurutma için sırasıyla 5.288±1.262 ve 3.869±0.263 olarak bulunmuştur. *C** değerleri karşılaştırıldığında, gölgede kurutulan çiçeklerin 7.618±0.810 değeriyle tepsili kurutucuda kurutmaya (5.577±0.217) kıyasla daha doygun renkte olduğu belirlenmiştir. h değerleri ise gölgede kurutulan çiçek için 314.590±6.152 olarak okunurken, tepsili kurutucuda kurutulan çiçekler için 316.968±2.486 olarak bulunmuştur. Tepsili kurutcuda kurutulan leylak çiçekleri için -3.979±0.093 olan *b** değeri ise, gölgede kurutulan leylak çiçekleri için -5.423±0.103 değerinde olup, bu iki değerin istatiksel olarak birbirinden farklı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. *b** değeri dışında kalan renk değerleri için yapılan istatiksel analiz sonuçlarına göre gölgede ve tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin renk değerleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ($p>0.05$). Çalışma sonucuna göre, gölgede kurutulan leylak çiçeğinin mavi renginin daha baskın olduğu ve tepsili kurutucuda kurutmaya göre rengini daha iyi koruduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.1.** Kurutma yöntemlerine bağlı olarak leylak çiçeğinin reflektans renk değerleri

| **Renk değerleri** | ***L**** | ***a**** | ***b*** ** | ***C**** | **h** |
|---|---|---|---|---|---|
| Gölgede kurutma | 33.260±0.622 | 5.288±1.262 | -5.423±0.103 a | 7.618±0.810 | 314.590±6.152 |
| Tepsili kurutucuda kurutma | 33.597±0.302 | 3.869±0.263 | -3.979±0.093 b | 5.577±0.217 | 316.968±2.486 |

*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

**Aynı sütunda ortalama değerlerin farklı harf ile gösterilmesi aralarında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu ifade eder ($p<0.05$).

Kurutmadaki renk değişimlerinde yüksek sıcaklık ve uzun kurutma süreleri en etkili faktörler olduğundan, ortam sıcaklığında 3 gün boyunca gölgede kurutulan çiçeklerin, 60 $^{o}$C'lik tepsili kurutucuda kurutulmalarıyla benzer sonuçlar gösterdiği ifade edilebilir (Roshanak, Rahimmalek, & Goli, 2016). Bununla birlikte, farklı çiçek türleri arasındaki renk farklılıkları, çiçeğin içerdiği renk pigmentlerinde, pigment konsantrasyonu ve lokalizasyonundaki farklılıklardan ileri gelmektedir (van der Kooi, Elzenga, Staal, & Stavenga, 2016).

### 4.1.2. Farklı kurutma yöntemlerinin leylak çiçeğinin toplam fenolik ve antosiyanin madde miktarları üzerine etkisi

Gölgede ve tepsili kurutucuda kurutulan leylak çiçeğine ait toplam fenolik madde ve monomerik antosiyanin miktarları Çizelge 4.2'de, bu sonuçlara ait varyans analizi ise EK-2'de verilmiştir. Gölgede kurutulan leylak çiçeklerinin toplam fenolik madde miktarı 1985.430±97.702 mg/ 100 g kuru ağırlık ile tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin toplam fenolik madde miktarına (1870.971±98.166 mg/100 g kuru ağırlık) kıyasla daha yüksek miktarda olmakla birlikte, yapılan istatiksel analizler gölgede ve tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin toplam fenolik madde miktarları arasında anlamlı bir farklılık olmadığını göstermiştir ($p>0.05$). Bununla birlikte, Çizelge 4.2'de görüldüğü üzere, gölgede ve tepsili kurutucuda kurutulan leylak çiçeğinin toplam fenolik madde miktarları sırasıyla kuru ağırlığın % 1.99 ve % 1.87'sini oluşturmaktadır. Toplam monomerik antosiyanin içeriği bakımından ise, gölgede kurutulan leylak çiçeğinde 132.159±1.453 mg antosiyanin/ 100 g kuru ağırlık bulunurken, tepsili kurutucuda kurutulan çiçekte bu değer 113.623±13.773 mg/ 100 g kuru ağırlık'tır. Yapılan istatiksel analize göre kurutmanın leylağın toplam monomerik antosiyanin miktarı üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Akçakaya (2018)'nın tarçın, ıhlamur (çiçeği ve yaprağı) ile adaçayı (çiçeği ve sapı) bitkilerinin biyoaktif özelliklerini değerlendirdiği tez çalışmasında, örneklerin metanol ekstraktlarının toplam fenolik içeriklerinin 1634-4133 μg GA/g arasında değiştiği belirlenmiş olmakla birlikte, örneklerin fenolik içeriklerinin leylak çiçeğinden daha düşük olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.2.** Farklı kurutma yöntemlerinin leylak çiçeğinin biyoaktif özellikleri üzerine etkisi

| **Analiz sonuçları** | **Toplam Fenolik Bileşen (mg/100 g kuru ağırlık)** | **Toplam Monomerik Antosiyanin Miktarı (mg/100 g kuru ağırlık)** |
|---|---|---|
| Gölgede kurutma | 1985.430±97.702* | 132.159±1.453 |
| Tepsili kurutucuda kurutma | 1870.971±98.166 | 113.623±13.773 |

*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

Böğürtlen, mürver ve karahindibanın fenolik ve antioksidan özelliklerinin değerlendirildiği bir çalışmada, örneklerin metanol ekstraktlarının sırasıyla 44.17, 30.83 ve 7.92 mg GA/ g numune fenolik içeriğe sahip oldukları belirlenmiştir (Eruçar, 2006). Leylak çiçeği karahindibadan daha yüksek fenolik içeriğe sahip olmakla birlikte, çalışmada kullanılan böğürtlen ve mürverin toplam fenolik madde miktarlarının leylaktan daha yüksek olduğu da görülmektedir.

*Angelica keiskei* bitkisi üzerinde farklı kurutma yöntemlerinin değerlendirildiği çalışmada, toplam fenolik içerikleri bakımından dondurarak kurutmanın en iyi değeri verdiği, dondurarak kurutmadan sonra ise, yaprakların ortamda doğal olarak kurutulmalarının, 60 $^{o}$C'de konvektif olarak kurutulmalarından daha yüksek sonuçlar verdiği belirlenmiştir; ancak, bu çalışmaya benzer olarak, yaprakların ortamda ya da tepsili kurutucuda kurutulmaları arasında istatiksel olarak bir farklılık tespit edilememiştir (C. Zhang, Liu, & Gao, 2018).

### 4.1.3. Farklı kurutma yöntemlerinin leylak çiçeğinin fenolik profilleri üzerine etkisi

Çizelge 4.3'te de gösterildiği gibi, fenolik profil analizi yapılan leylak çiçeği ekstraklarında, oleuropein, kamferol-3-glikozit, gentisik asit, klorojenik asit, kafeik asit, ferulik asit, rosmarinik asit ve luteolin maddeleri tespit edilmiştir. Leylak çiçeğinin tepsili kurutucuda ya da gölgede kurutulması arasında, EK-3'te verilen varyans analizinden de görüleceği üzere, polifenol kompozisyonu bakımından kafeik asit dışındaki polifenollerde anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0.05$). Tanımlanan polifenollerin miktarları ise, gölge ve tepsili kurutucuda kurutma için sırasıyla, oleuropein: 411.949±71.506 ve 405.463±17.822 mg/100 g kuru ağırlık , kamferol-3-glikozit: 202.805±6.955 ve 192.449±49.366 mg/100 g kuru ağırlık, gentisik asit: 442.748±80.674 ve 572.691±25.514 mg/100 g kuru ağırlık, klorojenik asit:

13.540±3.211 ve 14.486±1.176 mg/100 g kuru ağırlık, ferulik asit: 10.172±0.497 ve 12.837±1.428 mg/100 g kuru ağırlık, rosmarinik asit: 746.306±66.858 ve 753.904±13.747 mg/100 g kuru ağırlık ve luteolin: 33.804±6.927 ve 28.506±9.634 mg/100 g kuru ağırlık olarak tespit edilmiştir. Kafeik asit miktarları ise, tepsili kurutucuda kurutulan leylak çiçeğinde daha yüksek miktarda (22.903±0.530 mg/100 g kuru ağırlık) tespit edilmiş olup, gölgede kurutulan leylakta nispeten düşük (14.568±1.060 mg/100 g kuru ağırlık) kalmıştır ($p<0.05$).

*Syringa vulgaris* L. çiçek ve meyvelerinin fenoliklerinin karakterize edildiği bir çalışmada, 18 sekoiridoid, 7 fenilpropanoid, 4 flavonoid ve 5 düşük moleküler ağırlıklı fenol içeren 34 fenolik tanımlanmıştır. Belirleyici bileşikler olarak, valide edilmiş yöntemlerle iki sekoiridoid (oleuropein ve nuzhenide), iki fenilpropanoid (akteosit ve ekinakosit) ve rutin tespit edilmiştir. Kantitatif analiz sonucunda ise, çiçeklerin %2.48 oranında akteosid, %0.75 oranında ekinakosit ve %0.95 oranında oleuropein içerdiği, meyvelerin ise %1.09 oranında sekoiridoid oleuropein ve % 0.42 oranında nuzhenid içerdiği doğrulanmıştır (Tóth et al., 2016).

Farklı *Syringa* türleri üzerinde yapılan bir çalışmada, *S. vulgaris* türünde farklı iridioidler (isoligustroside, isooleuropein, neooleuropein, lilacoside, fliederoside 8-epikingiside, syringopicroside, isooleoacteoside), lignanlar ((+)-lariciresinol 4-O-β-D-glucopyranoside) ve farklı türde bileşikler (forsythiaside, verbascoside, echinacoside, coniferin, syringin, astragalin, kaempferol-3-o-rutinoside, rutin, jasminidin, jasminin) tespit edilmiştir (Su et al., 2015).

*S. vulgaris* L.'nin dal, yaprak, çiçek ve meyve gibi kısımlarının fitokimyasal karakterizasyonun belirlendiği çalışmada, bitkinin farklı kısımlarının fitokimyasal profillerinde önemli farklılıklar gözlemlenmiş ve çiçek kısımlarının etanol ekstraktlarında ana bileşikler olarak; kafeoilglukarik asit, kersetin rutinosid, akteosid, oleuropein, oleoacteoside ve oleonuezhenid bileşikleri tespit edilmiş olmakla birlikte, çiçeklerde p-kumaroilheksarik asit, kafeik asit heksosid, feruloilheksarik asit, oleosid, sekologanosid, ferulik asit hekzosit, kafeik asit türevi, safganoside C, ekinakosid, demetiloleuropein, oleoside dimetil, ester, kaempferol rutinosid, syringalactone B, kersetin hekzosid gibi bileşiklerin de bulunduğu belirlenmiştir (Woźniak, Michalak, Wyszomierska, Dudek, & Kiss, 2018).

**Çizelge 4.3.** Farklı kurutma yöntemleri ile kurutulan leylak çiçeğinin fenolik bileşenleri (mg/ 100 g kuru ağırlık)

| **Fenolik Bileşikler*** | **Oleuropein** | **Kamferol-3-glikozit** | **Gentisik asit** | **Klorojenik asit** | **Kafeik asit**** | **Ferulik asit** | **Rosmarinik asit** | **Luteolin** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gölgede kurutma | 411.949±71.506 | 202.805±6.955 | 442.748±80.674 | 13.540±3.211 | 14.568±1.060 b | 10.172±0.497 | 746.306±66.858 | 33.804±6.927 |
| Tepsili Kurutucuda Kurutma | 405.463±17.822 | 192.449±49.366 | 572.691±25.514 | 14.486±1.176 | 22.903±0.530 a | 12.837±1.428 | 753.904±13.747 | 28.506±9.634 |

*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

**Aynı sütunda ortalama değerlerin farklı harf ile gösterilmesi aralarında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu ifade eder ($p<0.05$).

### 4.1.4. Farklı kurutma yöntemlerinin leylak çiçeğinin antioksidan aktivitesi üzerine etkisi

Gölgede ve tepsili kurutucuda kurutulan leylak çiçeğinin antioksidan aktiviteleri Çizelge 4.4'te, bu sonuçlara ait varyans analizi EK-4'te verilmiştir. Kurutmaya bağlı olarak, çiçeklerin antioksidan aktiviteleri karşılaştırıldığında, DPPH metoduyla yapılan antioksidan aktivite değerleri gölgede kurutulan çiçeklerde 21.578±0.396 mmol TE/100 g kuru ağırlık olarak bulunurken, tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerde bu değer 20.229±0.087 mmol TE/100 g kuru ağırlık olarak tespit edilmiştir. İstatiksel olarak birbirinden farklı bulunan DPPH antioksidan değerlerine göre, gölgede kurutulan leylak çiçeği tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklere göre daha yüksek antioksidan aktivite göstermektedir ($p<0.05$).

**Çizelge 4.4.** Farklı kurutma yöntemlerinin leylak çiçeğinin antioksidan aktivitesi üzerine etkisi

| **Örnek** | **DPPH (mmol TE/100 g kuru ağırlık)**** | **ABTS (mmol TE/100 g kuru ağırlık)*** |
|---|---|---|
| Gölgede kurutulan leylak çiçekleri | 21.578±0.396 a | 26.096±0.040 |
| Tepsili kurutucuda kurutulan leylak çiçekleri | 20.229±0.087 b | 24.760±0.688 |

*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.
**Aynı sütunda ortalama değerlerin farklı harf ile gösterilmesi aralarında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu ifade eder ($p<0.05$).

Antioksidan aktiviteleri ABTS yöntemiyle değerlendirildiğinde ise, bu değerler gölgede kurutulan çiçeklerde 26.096±0.040 mmol TE/100 g kuru ağırlık olarak bulunurken, tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerde 24.760±0.688 mmol TE/100 g kuru ağırlık olarak tespit edilmiştir. Aralarında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiş olup, ABTS yönteminde her iki kurutma yönteminin de benzer antioksidan aktivite gösterdikleri belirlenmiştir ($p>0.05$).

Leylağın (*S. vulgaris*) fenolik profili ile antioksidan aktivitesinin değerlendirildiği çalışmada, DPPH ve ABTS antioksidan aktivite SC50 değerlerinin sırasıyla kurutulmuş leylak yapraklarının metanol ekstratları için 40.61 ± 1.78 ve 12.74 ± 0.75 iken, kurutulmuş köklerinin metanol ekstratları için 25.36 ± 1.12 ve 13.92 ± 0.49 μg/ml olarak bulunmuştur (Varga et al., 2019).

Bir başka çalışmada ise, leylak çiçeklerinin metanol ekstratlarının DPPH ve ABTS antioksidan aktiviteleri SC50: 65.25 ± 2.51 ve 22.71 ± 1.01 μg/mL olarak tespit edilmiştir (Tóth et al., 2016).

Akçakaya (2018)'nın tarçın, ıhlamur (çiçeği ve yaprağı) ile adaçayı (çiçeği ve sapı) bitkilerinin biyoaktif özelliklerini değerlendirdiği çalışmasında, örneklerin metanol ekstraktlarının DPPH antioksidan aktivitelerinin 2.36-21.42 μmol Trolox/g aralığında değişmekte olduğu belirlenmiştir; bununla birlikte örneklerin antioksidan aktivitelerinin leylak çiçeğinden daha düşük olduğu görülmektedir.

Eruçar (2006)'ın böğürtlen, mürver ve karahindibanın fenolik ve antioksidan özelliklerini değerlendirdiği çalışmasında, böğürtlen, mürver ve karahindibanın ABTS antioksidan aktiviteleri sırasıyla, 2.73, 1.68 ve 0.19 mM Trolox olarak bulunmuştur.

*Origanum onites* and *Origanum vulgare* bitkileri üzerine yapılan bir çalışmada, güneşte, 60 $^{o}$C etüvde ve ortam sıcaklığında gölgede kurutmanın etkileri değerlendirilmiş ve DPPH antioksidan kapasiteleri bakımından gölgede kurutmanın en yüksek değere sahip olduğu ve bunu etüvde kurutmanın takip ettiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte çalışmada, bitkilerin antioksidan özellikleri üzerinde etken olan bileşikler arasında bir farklılık tespit edilememiş olmasına rağmen, antioksidan aktiviteleri arasında belirgin olan farklılığın minör bileşenlerinden ileri gelebileceği öne sürülmüştür. Bunun yanı sıra farklı kurutma tekniklerinde farklı bileşenlerin ön plana çıktığı vurgulanmıştır (Ozdemir et al., 2018).

*Angelica keiskei* bitkisi üzerinde farklı kurutma tekniklerinin değerlendirildiği bir çalışmada, DPPH ve FRAP antioksidan kapasiteleri bakımından ortamda kurutma etüve kıyasla daha yüksek veriler sağlamıştır. Bununla birlikte, kurutma tekniklerinin FRAP sonuçları istatiksel olarak birbirinden farklı bulunurken, DPPH sonuçları benzer bulunmuştur (C. Zhang et al., 2018).

Gölgede ve tepsili kurutucuda yapılan kurutma işlemlerinin, leylak çiçeğinin renk özellikleri, toplam fenolik ve antosiyanin içerikleri ile antioksidan aktiviteleri üzerine etkileri kıyaslandığında benzer sonuçlar gösterdiği, bununla birlikte gölgede kurutmanın tepsili kurutucuda kurutmaya kıyasla çiçeğin *b** değerinin ve DPPH antioksidan aktivitesi bakımından daha iyi sonuçlar verdiği ($p<0.05$) gözlenmiştir.

### 4.1.5. Farklı kurutma yöntemlerinin leylak çiçeğinin mineral madde içerikleri üzerine etkisi

Tepsili kurutucuda ve gölgede kurutulan leylak çiçeklerinin makro ve mikro mineral içerikleri sırasıyla Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da, bu sonuçlara ait varyans analizleri ise EK-5 ve EK-6'da verilmiştir. Leylak çiçeği makro minerallerden en çok K

içermekte olup, bunu P, S ve Ca izlemiştir. Mg ise leylağın en az miktarda içerdiği makro mineraldir.

K mineraline kurutmanın anlamlı bir etkisi olmamakla birlikte, tepsili kurutucuda kurutulan leylak çiçeği 13499.266±454.204 ppm K içerirken, gölgede kurutulan leylak 12842.822±61.939 ppm K içermektedir. Gölgede ve tepsili kurutucuda kurutulan leylak çiçeklerinin P içerikleri sırasıyla 3323.313±3.593 ve 3126.851±18.051 ppm, S içerikleri sırasıyla 1451.014±.981 ve 1386.584±5.159 ppm, Ca içerikleri sırasıyla 1404.207±2.329 ve 1322.755±13.100 ppm ve Mg içerikleri sırasıyla 954.772±3.255 ve 907.071±2.349 ppm olarak belirlenmiştir. Bu anlamda, Ca, Mg, P ve S mineralleri için gölgede kurutulan leylak çiçeğinin makro mineral bileşiminin tepsili kurutucuda kurutulan çiçeğe göre daha yüksek olduğu görülmektedir ($p<0.05$).

Mikro mineraller bakımından ise, leylak en çok B, Fe ve Mn içermekte olup, Cu leylağın en az miktarda içerdiği mikro mineraldir. Gölgede ve tepsili kurutucuda kurutulan leylak çiçeklerinin B içerikleri sırasıyla 62.415±0.035 ve 62.824±0.458 ppm, Fe içerikleri sırasıyla 62.00±0.622 ve 57.155±0.544 ppm, Mn içerikleri sırasıyla 58.814±0.175 ve 60.352±0.232 ppm, Zn içerikleri sırasıyla 37.242±0.238 ve 35.452±0.371 ppm ve Cu minerali için sırasıyla 7.577±0.322 ve 6.879±0.093 ppm'dir. tepsili kurutucuda ve gölgede kurutmanın, leylak çiçeğinin B ve Cu mineralleri üzerine anlamlı bir etkisi olmamakla birlikte, Fe ve Zn minerallerinde gölgede kurutulan çiçekler tepsili kurutucuda kurutmaya göre, Mn minerali için ise, tepsili kurutucuda kurutulan çiçekler gölgede kurutmaya göre daha iyi sonuç vermiştir ($p<0.05$).

**Çizelge 4.5.** Farklı kurutma yöntemlerinin leylak çiçeğinin makro mineral madde içerikleri üzerine etkisi (ppm)*

| Mineraller | Ca | K | Mg** | P** | S** |
|---|---|---|---|---|---|
| Gölgede kurutma | 1404.207±2.329 a | 12842.822±61.939 | 954.772±3.255 a | 3323.313±3.593 a | 1451.014±.981 a |
| Tepsili kurutucuda kurutma | 1322.755±13.100 b | 13499.266±454.204 | 907.071±2.349 b | 3126.851±18.051 b | 1386.584±5.159 b |

*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.
**Aynı sütunda ortalama değerlerin farklı harf ile gösterilmesi aralarında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu ifade eder ($p<0.05$).

**Çizelge 4.6.** Farklı kurutma yöntemlerinin leylak çiçeğinin mikro mineral madde içerikleri üzerine etkisi (ppm)*

| Mineraller | B | Cu | Fe** | Mn** | Zn** |
|---|---|---|---|---|---|
| Gölgede kurutma | 62.415±0.035 | 7.577±0.322 | 62.00±0.622 a | 58.814±0.175 b | 37.242±0.238 a |
| Tepsili kurutucuda kurutma | 62.824±0.458 | 6.879±0.093 | 57.155±0.544 b | 60.352±0.232 a | 35.452±0.371 b |

*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.
**Aynı sütunda ortalama değerlerin farklı harf ile gösterilmesi aralarında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu ifade eder ($p<0.05$).

Geleneksel çaylar (siyah ve yeşil çay) ile beş farklı bitki çayının mineral içeriklerini değerlendirildiği çalışmada, çayların farklı oranlarda Ca, Mg, K, Na, P, S, Mn, Zn, Fe, Cu and Al minerallerini içerdikleri belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca, her çayın kendine özgü bir mineral profiline sahip olduğu, kuru çay yaprakları ile bunların infüzyonlarının dahi farklı mineral profilleri sergiledikleri ifade edilmiştir (Olivier, Symington, Jonker, Van Eeden, & Rampedi, 2012). Çalışmada kullanılan bitkilerin Ca, Mg (bal çiçeği hariç) ve Fe mineral içerikleri genel olarak leylak bitkisinden yüksek olmakla birlikte, P minerali (koka hariç) leylakta daha yüksektir. Leylağın K içeriğinin yeşil çay ve mateyle, Mg içeriğinin bal çiçeğiyle benzer olduğu, bununla birlikte S, Cu ve Mn mineralleri bakımından, özellikle bal çiçeği ve rooibostan daha yüksek olduğu görülmektedir (Olivier et al., 2012).

Papatya (*Matricaria chammomile* L.), rezene (*Foeniculum vulgare*), ıhlamur (*Tilia vulgaris*), ısırgan otu (*Urtica dioical*), kuşburnu (*Fr.Rosa caninae*), adaçayı (*Salvia officinalis*) ve sinameki çayı (*Cassia anqustifolia*) üzerine yapılan bir çalışmada, 14 mineral ve iz element analizi yapılmıştır (Başgel & Erdemoğlu, 2006). Çalışmada kullanılan bitkilerin Ca, Mg ve Fe mineralleri genel olarak leylaktan çok yüksektir. Leylağın ise, Cu mineral içeriği ısırgan, kuşburnu ve sinamekindan yüksek olup, Mn içeriği papatya ile, Zn içeriği ise rezene ve ıhlamur ile benzerlik göstermektedir. Bunun yanı sıra bitkilerin genel olarak mineral madde ve iz element içeriklerinin geniş bir değişkenlik aralığı gösterdiği görülmektedir.

9 farklı bitkinin ve çaylarının mineral içeriklerinin değerlendirildiği çalışmada, bitkilerin makro elementler bakımından en çok Ca (266.9-1407.07 mg/100 g) ve Mg (173.75 - 474.45 mg/100 g) mineralleri içeriğine, mikro minerallerden ise en çok Mn (14.82-73.05 mg/100 g) ve en düşük Cu (0.42-1.85 mg/100 g) mineral içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir (Samolińska, Kiczorowska, Kwiecień, & Rusinek-Prystupa, 2017). Bu anlamda ilgili çalışmada kullanılan bitkilerin mineral içeriklerinin leylak ile farklılık gösterdiği belirlenmiş olup, leylak çiçeği K minerali bakımından daha zengin olmakla birlikte, çalışmada kullanılan bitkilerin makro ve mikro mineral içeriklerinin leylaktan genel olarak oldukça yüksek olduğu ifade edilebilir.

10 farklı ticari çay bitkisinin mineral içeriklerinin değerlendirildiği bir çalışmada, bitkilerin makro elementler bakımından en çok K (0.68-58.95 mg/236 ml) mineralini içermekle birlikte, farklı oranlarda Ca, Mg, P ve Na içerdikleri, mikro minerallerden ise en çok Fe ve Mn içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir (Gallaher,

Gallaher, Marshall, & Marshall, 2006). Bununla birlikte, bitkilerin mineral içerikleri leylak bitkisinin oldukça düşüktür.

## 4.2. Farklı Demleme Yöntemi ve Süresinin Leylak Çiçeği Çayının Özellikleri Üzerine Etkisi

### 4.2.1. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının asitlik değerleri üzerine etkisi

#### 4.2.1.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Tepsili kurutucuda kurutulan leylak çiçeklerinin faklı yöntem ve sürelerde demlenmesiyle elde edilen çaylara ait asitlik değerleri Çizelge 4.7'de ve bu sonuçlara ait varyans analizi EK-7'de verilmiştir. Buna göre, ikili interaksiyon çayların asitliği üzerinde etkisi olmazken, demleme yöntemi ve demleme süresi $p<0.01$ düzeyinde istatiksel olarak etkilidir.

Çayların asitlik değerleri ultraseste 2 dk demlenen çaylarda 0.083±0.007 ile en düşük değeri alırken, 0.189±0.011 ile en yüksek değer mikrodalgada 10 dk demlenen çaya aittir. İnfüzyon (0.138±0.046) ve mikrodalga (0.140±0.046) yöntemleri istatiksel olarak benzer etki gösterirken, ultrases (0.112±0.030) yöntemi diğer iki yönteme kıyasla daha az etkili olmuş ve çaya daha az miktarda asit geçtiği görülmüştür. Bununla birlikte, 5 ve 10 dakika demlenen çaylar kendi içinde değerlendirildiğinde, mikrodalganın diğer iki yönteme kıyasla daha yüksek asitlik değerleri verdiği görülmektedir. Ayrıca, demleme süresinin artmasıyla çayların asitliği artmış, 2 dk demlenen çayların asitliği daha düşük (0.086±0.008) iken, asitliği en yüksek çayların 10 dk demlenen çaylarda (0.174±0.025) olduğu görülmüştür ($p<0.01$).

#### 4.2.1.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Gölgede kurutulan leylak çiçeklerinin faklı yöntem ve sürelerde demlenmesiyle elde edilen çaylara ait asitlik değerleri Çizelge 4.8'de ve bu sonuçlara ait varyans analizi EK-8'de verilmiştir. Buna göre, çayların asitliği üzerinde demleme yöntemi ve demleme süresi $p<0.01$ düzeyinde ve ikili interaksiyon $p<0.05$ düzeyinde istatiksel olarak etkilidir.

Çayların asitlik değerleri mikrodalgada 2 dk demlenen çaylarda 0.071±0.005 ile en düşük değeri alırken, 0.177±0.016 ile en yüksek değer ultraseste 10 dk demlenen çaya aittir. İnfüzyon (0.122±0.032) ve ultrases (0.128±0.045) yöntemleri istatiksel olarak benzer etki gösterirken, mikrodalga (0.093±0.019) yöntemi diğer iki yönteme

kıyasla daha az etkili olmuştur ($p<0.01$). Bununla birlikte, 5 ve 10 dakika demlenen çaylar kendi içinde değerlendirildiğinde, ultrasesin diğer iki yönteme kıyasla daha yüksek asitlik değerleri verdiği görülmektedir. Ayrıca, demleme süresinin artmasıyla çayların asitliği artmış, 2 dk demlenen çayların asitliği daha düşük (0.079±0.009) iken, asitliği en yüksek çayların 10 dk demlenen çaylarda (0.149±0.031) olduğu görülmüştür ($p<0.01$).

Asitlik ile çayların brix değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde tepsili kurutucuda kurutulan leylaktan hazırlanan çaylar için r= 0.875 ve gölgede kurutulan leylaktan hazırlanan çaylar için r= 0.716 korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Buna göre, çayların özellikle demleme yöntemi ve süresine bağlı olarak brix değerinin artması, çaya geçen asit konsantrasyonun da benzer şekilde arttığını göstermektedir.

Farklı uygulamalar kullanılarak hazırlanan şeker ilave edilmiş ve enerjisini azaltılmış limon mine çiçeği çalışmasında, infüzyonların titre edilebilir asitlik oranları 0.14-0.19 g/100 ml arasında değişmekte olup leylak çaylarının asitliğine benzer asitlik gösterdiği görülmektedir (Suna, Incedayi, Tamer, Ozcan-Sinir, & Çopur, 2019).

Farklı sağlık çayları üzerinde yapılan çalışmada ise, çayların titre edilebilir asitlikleri 0.167-0.84 arasında değişmekte olup, özellikle ökseotu (0.17) ve zencefil (0.167) çaylarının leylak çayına benzer asitlik gösterdikleri, bununla birlikte bu değerlerin çalışmada değerlendirilen siyah ve yeşil çayın asitliğinden daha düşük olduğu görülmektedir (Otemuyiwa, Williams, & Adewusi, 2017).

### 4.2.2. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının pH değerleri üzerine etkisi

#### 4.2.2.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Tepsili kurutucuda kurutulan leylak çiçeklerinin faklı yöntem ve sürelerde demlenmesiyle elde edilen çaylara ait pH değerleri Çizelge 4.7'de ve bu sonuçlara ait varyans analizi EK-7'de verilmiştir. Buna göre, demleme yöntemi ve ikili interaksiyon çayların pH değerleri üzerinde etkili olmazken, demleme süresi $p<0.05$ düzeyinde istatiksel olarak etkili olmuştur.

Çayların ortalama pH değerleri 5.875±0.035 - 6.035±0.113 arasında değiştiği görülmektedir. Çayların pH değerleri bakımından, infüzyon, mikrodalga ve ultrases yöntemleri arasında anlamlı bir farklılık olmamasına rağmen, demleme süresi açısından 2 ve 5 dk'lık demlemelerde ortalama pH 5.99 çıkmışken, bu değer anlamlı bir farklılıkla 10 dk'lık demlemede 5.91 olarak bulunmuştur ($p<0.05$).

**Çizelge 4.7.** Demleme yöntemi ve süresinin tepsili kurutucuda kurutulmuş leylak çiçeği çaylarının fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisi

| | N | **Brix*** | **Bulanıklık (NTU)**** | **pH**** | **% Asitlik**** |
|---|---|---|---|---|---|
| ***Demleme Yöntemi (A)*** | | | | | |
| İnfüzyon | 6 | 0.483±0.223 ab | 3.136±0.655 | 5.976±0.098 | 0.138±0.046 a |
| Mikrodalga | 6 | 0.55±0.217 a | 3.781±1.492 | 5.924±0.044 | 0.140±0.046 a |
| Ultrases | 6 | 0.40±0.179 b | 2.348±1.004 | 5.994±0.021 | 0.112±0.030 b |
| ***Demleme süresi (B)*** | | | | | |
| 2 dak | 6 | 0.25±0.055 c | 2.663±0.585 | 5.993±0.072 a | 0.086±0.008 c |
| 5 dak | 6 | 0.50±0.126 b | 2.707±0.835 | 5.991±0.039 a | 0.130±0.018 b |
| 10 dak | 6 | 0.683±0.098 a | 3.895±1.639 | 5.910±0.055 b | 0.174±0.025 a |
| ***Demleme Yöntemi x Demleme süresi (AxB)*** | | | | | |
| İnfüzyon- 2dak | 2 | 0.250±0.071 d | 2.638±0.272 | 6.035±0.113 | 0.086±0.002 d |
| İnfüzyon- 5dak | 2 | 0.500±0.141 abcd | 2.873±0.329 | 6.018±0.053 | 0.140±0.001 c |
| İnfüzyon- 10dak | 2 | 0.700±0.141 ab | 3.896±0.407 | 5.875±0.035 | 0.188±0.011 ab |
| Mikrodalga-2dak | 2 | 0.300±0.000 cd | 2.633±0.301 | 5.938±0.053 | 0.089±0.015 d |
| Mikrodalga- 5dak | 2 | 0.600±0.141 abc | 3.393±0.244 | 5.955±0.000 | 0.141±0.017 bc |
| Mikrodalga- 10dak | 2 | 0.750±0.071 a | 5.318±1.821 | 5.880±0.028 | 0.189±0.011 a |
| Ultrases-2 dak | 2 | 0.200±0.000 d | 2.718±1.241 | 6.008±0.018 | 0.083±0.007 d |
| Ultrases-5 dak | 2 | 0.400±0.000 bcd | 1.855±0.933 | 6.000±0.021 | 0.108±0.003 cd |
| Ultrases-10 dak | 2 | 0.600±0.000 abc | 2.47±1.358 | 5.975±0.014 | 0.146±0.021 abc |

*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

**Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0.05$).

**Çizelge 4.8.** Demleme yöntemi ve süresinin gölgede kurutulmuş leylak çiçeği çaylarının fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisi*

| | N | **Brix**** | **Bulanıklık (NTU)**** | **pH**** | **% Asitlik**** |
|---|---|---|---|---|---|
| ***Demleme Yöntemi (A)*** | | | | | |
| İnfüzyon | 6 | 0.467±0.163 | 3.887±0.795 ab | 5.887±0.031 | 0.122±0.032 a |
| Mikrodalga | 6 | 0.467±0.234 | 4.415±1.126 a | 5.93±0.157 | 0.093±0.019 b |
| Ultrases | 6 | 0.45±0.138 | 3.153±0.589 b | 6.014±0.157 | 0.128±0.045 a |
| ***Demleme süresi (B)*** | | | | | |
| 2 dak | 6 | 0.267±0.052 c | 3.498±0.377 | 5.998±0.120 | 0.079±0.009 c |
| 5 dak | 6 | 0.467±0.052 b | 3.981±1.282 | 5.898±0.041 | 0.115±0.015 b |
| 10 dak | 6 | 0.65±0.084 a | 3.975±1.115 | 5.934±0.195 | 0149±0.031 a |
| ***Demleme Yöntemi x Demleme süresi (AxB)*** | | | | | |
| İnfüzyon- 2dak | 2 | 0.300±0.000 cd | 3.598±0.131 ab | 5.905±0.007 | 0.087±0.005 def |
| İnfüzyon- 5dak | 2 | 0.450±0.071 bc | 3.635±1.131 ab | 5.908±0.004 | 0.119±0.003 cd |
| İnfüzyon- 10dak | 2 | 0.650±0.071 ab | 4.428±0.993 ab | 5.848±0.004 | 0.159±0.001 ab |
| Mikrodalga-2dak | 2 | 0.200±0.000 d | 3.103±0.279 ab | 6.085±0.198 | 0.071±0.005 f |
| Mikrodalga- 5dak | 2 | 0.500±0.000 abc | 5.323±0.909 a | 5.873±0.074 | 0.098±0.007 cdef |
| Mikrodalga- 10dak | 2 | 0.700±0.141 a | 4.82±0.106 ab | 5.833±0.067 | 0.111±0.008 cde |
| Ultrases-2 dak | 2 | 0.300±0.000 cd | 3.795±0.325 ab | 6.005±0.021 | 0.079±0.010 ef |
| Ultrases-5 dak | 2 | 0.450±0.071 bc | 2.985±0.537 ab | 5.915±0.028 | 0.128±0.011 bc |
| Ultrases-10 dak | 2 | 0.600±0.000 ab | 2.678±0.095 b | 6.123±0.279 | 0.177±0.016 a |

*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

**Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0.05$).

#### 4.2.2.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Gölgede kurutulan leylak çiçeklerinin faklı yöntem ve sürelerde demlenmesiyle elde edilen çaylara ait pH değerleri Çizelge 4.8'de ve bu sonuçlara ait varyans analizi EK-8'de verilmiştir. Buna göre, demleme yöntemi, süresi ve ikili interaksiyonun çayların pH değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir. İnfüzyon, mikrodalga ve ultrases yöntemleri kendi arasında, 2-5 ve 10 dakikalık demlemeler kendi arasında benzer sonuçlar vermiştir. Çayların pH değerleri ise, 5.833±0.067 - 6.123±0.279 arasında değişmektedir.

Das and Eun (2018)'nun yaptıkları çalışmada, yeşil çay ekstraktlarına ultrases ve çalkalama yöntemleri uygulanarak geleneksel sıcak su ektraksiyonuyla karşılaştırılmış ve bu çalışmaya benzer olarak yeşil çay ekstraktlarının pH değerleri hafif asidik olarak bulunmuştur. Bununla birlikte, pH değerleri ultrases, çalkalama ve kontrol numuneleri için sırasıyla 6.01–6.20, 5.92–6.15 ve 5.94–6.22 arasında değişmekte olup, uygulama tekniklerinin ve ekstraksiyon sıcaklığı ve sürelerinin yeşil çay ekstaktının pH'ı üzerinde ihmal edilebilir etkiye sahip olduğunu belirlenmiştir.

Akçakaya (2018)'nın tarçın, ıhlamur (çiçeği ve yaprağı) ve adaçayı (çiçeği ve sapı) bitki çaylarının biyoaktif özelliklerini değerlendirdiği çalışmasında, örneklerin su ekstraktlarının pH değerlerinin 4.90 - 6.13 arasında değiştiği, özellikle adaçayının (yaprak için pH: 5.82 ve sap için pH: 6.13) bu çalışmadaki leylak çaylarının pH değerine benzer pH aralığı gösterdiği belirlenmiştir.

### 4.2.3. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının brix değerleri üzerine etkisi

#### 4.2.3.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Tepsili kurutucuda kurutulan leylak çiçeklerinin faklı yöntem ve sürelerde demlenmesiyle elde edilen çaylara ait brix analiz sonuçları Çizelge 4.7'de ve bu sonuçlara ait varyans analizi EK-7'de verilmiştir. Buna göre, leylak çaylarının brix değerleri üzerinde demleme yöntemi ($p<0.05$) ve demleme süresi ($p<0.01$) istatiksel olarak anlamlı bir şekilde etki gösterirken, ikili interaksiyonun anlamlı bir etkisinin olmadığı gözlenmektir.

Çayların brix değerleri 0.20±0.00-0.75±0.071 arasında değişmekte olup, en düşük brix değeri ultraseste 2 dk demlenen çayda görülürken, en yüksek değer mikrodalgada 10 dk demlenen çayda görülmüştür. Mikrodalga ile demlenen çayların brix değerleri ortalama 0.55±0.217 ile diğer yöntemlere göre yüksek iken, ultraseste

demlenen çaylar 0.40±0.179 ortalama ile daha düşük brix değerlerini vermiştir ($p<0.05$). Böylelikle leylak çaylarının mikrodalga ile demlenmesiyle çaya geçen katı madde miktarının daha yüksek olması diğer iki yönteme kıyasla daha etkili bir demleme sağlandığını göstermektedir. Çizelge 4.7'de de görüleceği üzere, 2,5 ve 10 dk demleme süreleri kendi içinde değerlendirildiğinde mikrodalga ile demlenen çayların brix değerlerinin her üç süre için daha yüksek olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, demleme süresinin artmasıyla çaya geçen katı madde miktarı anlamlı bir şekilde artmış; 2 dk demlenen çaylar 0.25±0.055 brix ile en düşük değeri alırken, bunu sırasıyla 0.50±0.126 ile 5 dk demleme ve 0.683±0.098 ile 10 dk demlenen çaylar izlemiştir ($p<0.01$).

#### 4.2.3.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Gölgede kurutulan leylak çiçeklerinin faklı yöntem ve sürelerde demlenmesiyle elde edilen çaylara ait brix analiz sonuçları Çizelge 4.8'de ve bu sonuçlara ait varyans analizi EK-8'de verilmiştir. Buna göre, leylak çaylarının brix değerleri üzerinde demleme süresi ($p<0.01$) istatiksel olarak anlamlı bir şekilde etki gösterirken, demleme yöntemi ve ikili interaksiyonun herhangi bir etkisinin olmadığı gözlenmektir.

Çayların brix değerleri 0.20±0.00-0.70±0.141 arasında değişmekte olup, en düşük brix değeri mikrodalgada 2 dk demlenen çayda görülürken, en yüksek değer mikrodalgada 10 dk demlenen çayda görülmüştür. Demleme yöntemi bakımından çayların ortalama brix değerleri birbirine yakın ve istatiksel olarak benzer olup, bu değerler sırasıyla infüzyon ve mikrodalga için 0.467±0.163 ve 0.467±0.234 ve ultrases için 0.450±0.138'dir. Bununla birlikte, 2 dakikalık demlemede infüzyon ve ultrases yöntemleri mikrodalgadan daha iyi sonuç verirken, 5 ve 10 dakikalık demlemeler kendi içinde değerlendirildiğinde mikrodalga demlemenin daha yüksek brix değerleri verdiği görülmektedir. Ayrıca, demleme süresinin artmasıyla çaya geçen katı madde miktarı anlamlı bir şekilde artmış; 2 dk demlenen çaylar 0.267±0.052 brix ile en düşük değeri alırken, bunu sırasıyla 0.467±0.052 ile 5 dk demleme ve 0.650±0.084 ile 10 dk demlenen çaylar izlemiştir ($p<0.01$).

Ekstrakte edilen bitki materyalinin doku içerisindeki ve doku dışındaki çözünen madde miktarı dengeye (ekstraksiyon doygunluğuna) ulaşıncaya kadar belirli bir zaman aralığında, ekstraksiyon süresinin artırılmasıyla, ekstrakte edilen madde miktarı ve ekstraksiyon verimi artmaktadır (Barbero, Liazid, Palma, & Barroso, 2008; Sánchez-Camargo, Montero, Mendiola, Herrero, & Ibáñez, 2020).

Tepsili kurutucuda ve gölgede kurutulan çiçek çayları için sırasıyla r=0.912 ve r=0.891 korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Fenolik madde ve briks arasında yüksek bir ilişki olması sebebiyle, bu çalışma kapsamında, zamana bağlı olarak 2,5 ve 10 dakikalık demleme süresi geçişlerinde suya geçen katı madde miktarının ve fenolik içeriğin artması beklenmektedir. Ancak belli bir süreden sonra parçalanmalara bağlı olarak çözünen madde miktarında azalma riski de oluşabilmektedir (Barbero et al., 2008; Q.-W. Zhang, Lin, & Ye, 2018). Ekstraksiyonun tamamlanmasını ve daha fazla madde geçişini sağlamak için, daha fazla sayıda farklı sürelerde demlemeye devam edilebilir. Ancak bu çalışma için en etkili süre 10 dakikalık demleme süresidir.

Siyah kuşkirazı meyvesi üzerine yapılan bir çalışmada ultrases destekli ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada, toplam ekstraksiyon süresi (4 saat) boyunca ekstrakte edilen polifenollerin miktarının zamanla arttığı belirlenmiştir (d'Alessandro, Kriaa, Nikov, & Dimitrov, 2012).

### 4.2.4. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının bulanıklığı üzerine etkisi

#### 4.2.4.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Tepsili kurutucuda kurutulan leylak çiçeklerinin farklı yöntem ve sürelerde demlenmesiyle elde edilen çaylara ait bulanıklık değerleri Çizelge 4.7'de ve bu sonuçlara ait varyans analizi EK-7'de verilmiştir. Buna göre, demleme yöntemi, süresi ve ikili interaksiyonun çaylar üzerinde bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Bununla birlikte çayların bulanıklık değerleri 1.855±0.933 ile 5.318±1.821 NTU arasında değişmektedir.

#### 4.2.4.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Gölgede kurutulan leylak çiçeklerinin faklı yöntem ve sürelerde demlenmesiyle elde edilen çaylara ait bulanıklık değerleri Çizelge 4.8'de ve bu sonuçlara ait varyans analizi EK-8'de verilmiştir. Buna göre, demleme yöntemi ve interaksiyonun $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bir etkisi olurken, demleme süresi çayların bulanıklığını etkilememektedir.

Çayların bulanıklık değerleri 2.678±0.095 ile 5.323±0.909 NTU arasında değişmekte olup, en düşük değer ultraseste 10 dk demlenen çayda olurken, en yüksek değer mikrodalgada 5 dk demlenen çayda çıkmıştır. 2, 5 ve 10 dakikalık demlemeler birbirine benzer sonuçlar verirken, demleme yöntemi bakımından, ortalama

4.415±1.126 NTU ile mikrodalga en yüksek bulanıklığı verirken, bunu sırasıyla 3.887±0.795 NTU ile infüzyon izlemiş ve ultraseste demlenen çaylar ortalama 3.153±0.589 NTU ile en düşük bulanıklık değerlerini vermiştir ($p<0.05$).

Suna et al. (2019)'nın farklı uygulamalar kullanarak hazırladıkları, şeker ilave edilmiş ve enerjisini azaltılmış limon mine çiçeği infüzyonlarının bulanıklık değerlerinin 2.40-6.00 NTU arasında değişmekte olduğu ve leylak çaylarına yakın bulanıklık gösterdikleri yapılan çalışmada görülmektedir.

Yeşil çay yapraklarından biyoaktif bileşiklerin ultrases ile ekstrakste edilmesi ile ilgili yapılan çalışmada ise, ham bitki materyaline ait ekstraktın bulanıklık değeri 846±10 NTU olarak bulunmuş, askıda kalan büyük partiküllerin uzaklaştırılması için yeşil çay ekstraktı filtre edilerek bu değer 82±5 NTU değerine düşürülmüştür. Aynı çalışmada, şişelenmiş çay içeceklerinin pazarlanabilmeleri ve tüketicilerin beklentilerini karşılayabilmeleri için 50 NTU'dan daha düşük bulanıklık değerleri sunması gerektiği vurgulanmış ve yeşil çay ekstraktlarına farklı durultma yöntemleriyle bu değer 50 NTU'nun altına düşürülmüştür (Bindes, Reis, Cardoso, & Boffito, 2019). Bu çalışmada ise, leylak çaylarının bulanıklık değerlerinin 50 NTU'dan oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Sıvı fazda koloidal parçacıkların bulunması bulanıklığa sebep olmakla birlikte, sıvının bulanıklığı, bu parçacıklar ile ortam arasındaki kırılma indisi farklılığına ve parçacık boyutu dağılımına bağlı olarak ortaya çıkar (Collado-Fernandez, Gonzalez-Sanjosé, & Pino-Navarro, 2000). Şekerler, organik asitler, lipidler, proteinler, polisakkaritler, polifenoller, mineral maddeler gibi sıvı fazın içinde dağılan türlerin yanı sıra, hücre duvarı parçaları gibi çeşitli mikroskobik parçacıklar da bulanıklığa sebep olmaktadır (Collado-Fernandez et al., 2000; Suna et al., 2019).

Farklı materyallerden üretilen içeceklerin formülasyonlarının çok çeşitli olması, kullanılan katı materyalin türü ve kullanım miktarları üründen ürüne değiştiğinden sıvıların bulanıklık dereceleri de önemli ölçüde değişkenlik göstermektedir (Collado-Fernandez et al., 2000).

### 4.2.5. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının renk özellikleri üzerine etkisi

#### 4.2.5.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Tepsili kurutucuda kurutulmuş leylak çiçeklerinden farklı yöntem ve sürelerde hazırlanan çayların *L**, *a**, *b**, *C** ve h renk değerleri Çizelge 4.9'da, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları EK-9'da verilmiştir.

Varyans sonuçlarına göre, demleme yöntemi ($p<0.05$) ve demleme sürelerinin ($p<0.01$) leylak çayının parlaklığını ifade eden *L** değerleri üzerine istatiksel olarak anlamlı bir etkisi vardır. Yöntem ve süre interaksiyonunun ise, *L** değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Çizelge 4.9'da çayların *L** (100: beyaz, 0: siyah) değerinin 91.895±0.417 (infüzyonla 10 dk demlenen çayda) ile 94.065±0.177 (mikrodalgada 2 dk demlenen çayda) arasında değiştiği ve çay renklerinin beyaza oldukça yakın olduğu görülmektedir. Ultrases yöntemiyle demlenen çayların *L** değerlerinin ortalama 93.523±0.608 ile daha yüksek olduğu görülürken, en düşük *L** değeri ortalamasının 92.807±0.887 ile infüzyon ile demlenen çaylarda olduğu görülmektedir ($p<0.05$). Bununla birlikte, demleme süresinin artmasıyla *L** değerleri ve buna bağlı olarak çayların parlaklığı anlamlı bir şekilde azalmaktadır ($p<0.01$). *L** değeri ile çayların brix değerleri arasında r= - 0.77 korelasyon katsayılı ters bir ilişki bulunduğundan, demleme yöntemi ve süresine göre çaya geçen katı madde miktarının artması, 10 dakikalık demleme süresinde *L** değerlerinin daha düşük olmasına sebep olmakta ve bu bileşenlerin konsantrasyonuna bağlı olarak çayın parlaklığı da azalmaktadır.

Varyans analiz sonuçlarına göre, demleme yöntemi, süresi ve interaksiyonun çayların kırmızılığın göstergesi olan *a** değerleri üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir etkisi görülmemektedir. Çizelge 4.9'a göre, *a** değerleri -0.745±0.021 ile -0.455±0.049 arasında değişmekte olup, negatiflikten ötürü çaylar yeşile dönük olmakla birlikte değerlerin 0'a oldukça yakın olduğu görülmektedir.

(+) değerle sarılığı, (-) değerle maviliği gösteren *b** değerleri için, demleme yöntemi ve süresinin istatiksel olarak anlamlı bir şekilde etki ettiği ($p<0.01$), ancak ikili interaksiyonun herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Çizelge 4.9'a göre, leylak çaylarının *b** değerleri 5.455±0.445 (mikrodalgada 10 dk demlenen çay) ile 2.640±0.537 (ultraseste 2 dk demlenen çay) arasında değişmektedir. Ultrases yöntemiyle demlenen çayların *b** değerlerinin ortalama 3.100±0.732 ile daha düşük olduğu görülürken, infüzyon ve mikrodalga ile demlenen çayların *b** değerlerinin

ortalamasının birbirlerine yakın ancak, ultrasese göre daha yüksek olduğu görülmektedir ($p<0.01$). Bununla birlikte, demleme süresinin artmasıyla *b** değerleri anlamlı bir şekilde artmaktadır ($p<0.01$). *b** değerleri ile sırasıyla briks ve parlaklık değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde, briks için r= 0,798 korelasyon katsayısı ve *L** için r= -0.974 negatif korelasyon katsayısı elde edilmiştir. Böylelikle, demleme yöntemi ve süresine göre çaya geçen kuru madde miktarı arttıkça, çayın parlaklığı azalmakta ve leylak çaylarının rengi sarıya yaklaşmaktadır.

Renk doygunluğunun bir ifadesi olan *C** değerleri, 2.690±0.552 (ultraseste 2 dk demlenen çay) ile 5.490±0.453 (mikrodalgada 10 dk demlenen çay) arasında değişmektedir. Varyans analizine göre yöntem ve süre parametreleri $p<0.01$ düzeyinde anlamlı bir şekilde etkili olurken, ikili interaksiyonun kroma değeri üzerinde bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Ultrases yöntemiyle demlenen çayların *C** değerlerinin ortalama 3.152±0.745 ile daha düşük olduğu görülürken, infüzyon ve mikrodalga ile demlenen çayların *C** değerlerinin ortalamasının birbirlerine yakın ancak, ultrasese göre daha yüksek olduğu, böylece daha doygun bir renge sahip oldukları görülmektedir ($p<0.01$). Çayların demlenme süresinin artmasıyla *C** değerleri de anlamlı bir şekilde artmaktadır ($p<0.01$). *C** değerleri briks değerleriyle karşılaştırıldığında r=0.797 ve *L** değerleriyle karşılaştırıldığında r=-0.974 korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Dolayısıyla demleme yöntemi ve süresiyle çaya geçen bileşenlerin miktarının artmasına bağlı olarak, parlaklıkları azalarak çaylar daha doygun bir görünüm almıştır.

Varyans analizine göre, Hunter renk skalasındaki ana renk açı değerini ifade eden h değerleri için, demleme yöntemi, süresi ve ikili interaksiyon $p<0.01$ düzeyinde anlamlı bir şekilde etkilidir. Leylak çayları için h değerleri 96.100±0.495 (infüzyonda 10 dk demlenen çay) ile 100.945±0.714 (ultraseste 2 dk demlenen çay) arasında değişmektedir. Demleme yöntemi bakımından, infüzyon ve mikrodalga ile demlenen çayların h değerlerinin ortalamasının birbirlerine yakın olduğu ancak ultrases ile demlenen çayların h değerlerinin ortalama 99.977±1.114 ile daha yüksek olduğu görülmektedir ($p<0.01$). 10 dakika demlenen çayların h değerleri kendi içinde kıyaslandığında, infüzyon yöntemi daha iyi sonuç verirken, 2 ve 5 dakika demlenen çaylarda mikrodalganın daha iyi sonuç verdiği de görülmektedir. Bununla birlikte, çayların demlenme süresinin artmasıyla h değerleri de anlamlı bir şekilde azalmaktadır ($p<0.01$).

**Çizelge 4.9.** Demleme yöntemi ve süresinin tepsili kurutucuda kurutulmuş leylak çiçeği çaylarının renk parametreleri üzerine etkisi*

| | N | ***L**** | ***a**** | ***b**** | ***C**** | **h**** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Demleme Yöntemi (A)*** | | | | | | |
| İnfüzyon | 6 | 92.807±0.887 b | -0.622±0.098 | 4.300±1.138 a | 4.348±1.133 a | 98.663±2.108 b |
| Mikrodalga | 6 | 92.983±0.984 ab | -0.577±0.070 | 4.127±1.225 a | 4.170±1.221 a | 98.367±1.672 b |
| Ultrases | 6 | 93.523±0.608 a | -0.545±0.137 | 3.100±0.732 b | 3.152±0.745 b | 99.977±1.114 a |
| ***Demleme süresi (B)*** | | | | | | |
| 2 dak | 6 | 93.943±0.231 a | -0.518±0.065 | 2.777±0.288 c | 2.825±0.293 c | 100.587±0.507 a |
| 5 dak | 6 | 93.078±0.590 b | -0.607±0.132 | 3.897±0.850 b | 3.947±0.858 b | 98.88±0.635 b |
| 10 dak | 6 | 92.292±0.648 c | -0.618±0.089 | 4.853±0.970 a | 4.899±0.960 a | 97.54±1.996 c |
| ***Demleme Yöntemi x Demleme süresi (AxB)*** | | | | | | |
| İnfüzyon- 2dak | 2 | 93.795±0.191 a | -0.545±0.007 | 2.915±0.120 bc | 2.965±0.120 bc | 100.670±0.283 a |
| İnfüzyon- 5dak | 2 | 92.730±0.311 ab | -0.745±0.021 | 4.600±0.255 ab | 4.660±0.255 ab | 99.220±0.283 ab |
| İnfüzyon- 10dak | 2 | 91.895±0.417 b | -0.575±0.035 | 5.385±0.148 a | 5.420±0.141 a | 96.100±0.495 d |
| Mikrodalga-2dak | 2 | 94.065±0.177 a | -0.495±0.021 | 2.775±0.191 c | 2.820±0.184 c | 100.145±0.191 ab |
| Mikrodalga- 5dak | 2 | 92.950±0.396 ab | -0.620±0.014 | 4.150±0.283 abc | 4.200±0.283 abc | 98.515±0.332 bc |
| Mikrodalga- 10dak | 2 | 91.935±0.332 b | -0.615±0.064 | 5.455±0.445 a | 5.490±0.453 a | 96.440±0.184 cd |
| Ultrases-2 dak | 2 | 93.970±0.354 a | -0.515±0.134 | 2.640±0.537 c | 2.690±0.552 c | 100.945±0.714 a |
| Ultrases-5 dak | 2 | 93.555±0.870 ab | -0.455±0.049 | 2.940±0.721 bc | 2.980±0.721 bc | 98.905±1.153 ab |
| Ultrases-10 dak | 2 | 93.045±0.332 ab | -0.665±0.163 | 3.720±0.792 abc | 3.785±0.813 abc | 100.080±0.410 ab |

* Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

**Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0.05$).

**4.2.5.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme**

Gölgede kurutulmuş leylak çiçeklerinden farklı yöntem ve sürelerde hazırlanan çayların *L**, *a**, *b**, *C** ve h renk değerleri Çizelge 4.10'da, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları EK-10'da verilmiştir.

Varyans sonuçlarına göre, demleme yöntemi, süresi ve ikili interaksiyonun leylak çayının parlaklığını ifade eden *L** değerleri üzerine istatiksel olarak anlamlı bir etkisi vardır ($p<0.01$). Çizelge 4.10'da çayların *L** (100: beyaz, 0: siyah) değerinin 92.185±0.163 (mikrodalgada 10 dk demlenen çayda) ile 94.315±0.148 (ultraseste 2 dk demlenen çayda) arasında değiştiği ve çay renklerinin beyaza oldukça yakın olduğu görülmektedir. Ultrases yöntemiyle demlenen çayların *L** değerlerinin ortalama 94.007±0.29 ile daha yüksek ($p<0.01$) olduğu görülürken, infüzyon ve mikrodalga ile demlenen çayların ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir. Bununla birlikte, demleme süresinin artmasıyla *L** değerleri ve buna bağlı olarak çayların parlaklığı anlamlı bir şekilde azalmaktadır ($p<0.01$). *L** değeri ile çayların brix değerleri arasında r= - 0.766 korelasyon katsayılı ters bir ilişki bulunduğundan, demleme süresiyle birlikte çaya geçen katı madde miktarının artması, *L** değerlerinin 2 dakikalık demleme süresinde daha yüksek iken, 10 dakikalık demleme süresinde daha düşük olmasına sebep olmakta ve çaya geçen bileşenlerin konsantrasyonuna bağlı olarak çayın parlaklığı da azalmaktadır.

Varyans analiz sonuçlarına göre, demleme yöntemi, süresi ve interaksiyonun çayların kırmızılığın göstergesi olan *a** değerleri üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir etkisi görülmemektedir. Çizelge 4.10'a göre, *a** ((+): kırmızı; (-): yeşil) değerleri -0.520±0.028 ile -0.360±0.00 arasında değişmekte olup, negatiflikten ötürü çaylar yeşile dönük olmakla birlikte değerlerin 0'a oldukça yakın olduğu görülmektedir.

(+) değerle sarılığı, (-) değerle maviliği gösteren *b** değerleri için, demleme yöntemi, süresi ve interaksiyonun istatiksel olarak anlamlı bir şekilde etki ettiği ($p<0.01$) görülmektedir. Çizelge 4.8'e göre, leylak çaylarının *b** değerleri 4.595±0.092 (mikrodalgada 10 dk demlenen çay) ile 2.190±0.113 (mikrodalgada 2 dk demlenen çay) arasında değişmektedir. Ultrases yöntemiyle demlenen çayların *b** değerlerinin ortalama 2.603±0.356 ile daha düşük olduğu görülürken, infüzyon ve mikrodalga ile demlenen çayların *b** değerlerinin ortalamasının birbirlerine yakın ancak, ultrasese göre daha yüksek oldukları görülmektedir ($p<0.01$). Bununla birlikte, demleme süresinin artmasıyla *b** değerleri anlamlı bir şekilde artmaktadır ($p<0.01$). *b** değerleri ile

sırasıyla briks ve parlaklık değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde, briks için r= 0.827 korelasyon katsayısı ve *L** için r= -0.982 negatif korelasyon katsayısı elde edilmiştir. Böylelikle, demleme süresi arttıkça çaya geçen madde miktarının artmasına bağlı olarak çayın parlaklığı azalmakta, çaya geçen maddelere bağlı olarak da leylak çaylarının rengi değişmekte ve sarıya yaklaşmaktadır.

Kroma *C** değerleri, 2.220±0.113 (mikrodalgada 2 dk demlenen çay) ile 4.610±0.099 (mikrodalgada 10 dk demlenen çay) arasında değişmektedir. Varyans analizine göre yöntem, süre ve ikili interaksiyonun kroma değerleri üzerinde $p<0.01$ düzeyinde istatiksel olarak anlamlı bir şekilde etkili olduğu görülmektedir. Ultrases yöntemiyle demlenen çayların *C** değerlerinin ortalama 2.637±0.36 ile daha düşük olduğu görülürken, infüzyon ve mikrodalga ile demlenen çayların *C** değerlerinin ortalamasının birbirlerine yakın ancak, ultrasese göre daha yüksek olduğu, böylece daha doygun bir renge sahip oldukları görülmektedir ($p<0.01$). Çayların demlenme süresinin artmasıyla *C** değerleri de anlamlı bir şekilde artmaktadır ($p<0.01$). *C** değerleri briks değerleriyle karşılaştırıldığında r=0.826 ve *L** değerleriyle karşılaştırıldığında r=-0.982 korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Dolayısıyla demleme süresi arttıkça çaya geçen bileşenlerin miktarının artmasına bağlı olarak, parlaklıkları azalarak çaylar daha doygun bir görünüm almıştır.

Varyans analizine göre, h değerleri için, demleme yöntemi ve süresi $p<0.01$ düzeyinde anlamlı bir şekilde etkili olurken, ikili interaksiyonun h değeri üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Leylak çayları için h değerleri 94.770±1.428 (infüzyonda 10 dk demlenen çay) ile 100.455±1.322 (ultraseste 2 dk demlenen çay) arasında değişmektedir. Demleme yöntemi bakımından, infüzyon ve mikrodalga ile demlenen çayların h değerlerinin ortalamasının birbirlerine yakın olduğu ancak ultrases ile demlenen çayların h değerlerinin ortalama 99.39±1.434 ile daha yüksek olduğu görülmektedir ($p<0.01$). Bununla birlikte, çayların demlenme süresinin artmasıyla h değerleri de anlamlı bir şekilde azalmaktadır ($p<0.01$).

3 demleme yöntemiyle 3 farklı sürede demlenen çayların renkleri genel olarak değerlendirildiğinde, çayın demlenme süresiyle çiçekten çaya geçen madde miktarı arttığından, çayların renkleri zamanla sarı/ yeşile dönmekte ve daha doygun bir hal almaktadır, bununla birlikte parlaklığı da azalmaktadır. Ayrıca, infüzyon ve mikrodalganın çayların renk değerleri üzerinde benzer etkiler gösterdiği ancak her iki yöntemin de ultrasese göre daha etkili olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.10.** Demleme yöntemi ve süresinin gölgede kurutulmuş leylak çiçeği çaylarının renk parametreleri üzerine etkisi

| | N | ***L**** | ***a**** | ***b**** | ***C**** | **h**** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Demleme Yöntemi (A)*** | | | | | | |
| İnfüzyon | 6 | 92.923±0.865 b | -0.452±0.084 | 3.572±0.878 a | 3.603±0.865 a | 97.673±2.594 b |
| Mikrodalga | 6 | 93.187±0.943 b | -0.38±0.028 | 3.40±1.079 a | 3.422±1.072 a | 96.902±2.028 b |
| Ultrases | 6 | 94.007±0.29 a | -0.428±0.079 | 2.603±0.356 b | 2.637±0.36 b | 99.39±1.434 a |
| ***Demleme süresi (B)*** | | | | | | |
| 2 dak | 6 | 94.19±0.18 a | -0.412±0.064 | 2.318±0.198 c | 2.355±0.208 c | 100.047±0.914 a |
| 5 dak | 6 | 93.24±0.677 b | -0.437±0.092 | 3.243±0.531 b | 3.273±0.531 b | 97.74±1.577 b |
| 10 dak | 6 | 92.687±0.78 c | -0.412±0.064 | 4.013±0.808 a | 4.033±0.80 a | 96.178±2.093 b |
| ***Demleme Yöntemi x Demleme süresi (AxB)*** | | | | | | |
| İnfüzyon- 2dak | 2 | 93.980±0.028 a | -0.460±0.042 | 2.525±0.021 de | 2.570±0.014 de | 100.280±0.962 ab |
| İnfüzyon- 5dak | 2 | 92.600±0.438 cd | -0.520±0.028 | 3.720±0.042 b | 3.755±0.049 b | 97.970±0.255 abcd |
| İnfüzyon- 10dak | 2 | 92.190±0.170 d | -0.375±0.106 | 4.470±0.071 a | 4.485±0.064 a | 94.770±1.428 d |
| Mikrodalga-2dak | 2 | 94.275±0.078 a | -0.360±0.000 | 2.190±0.113 e | 2.220±0.113 e | 99.405±0.488 ab |
| Mikrodalga- 5dak | 2 | 93.100±0.141 bc | -0.375±0.035 | 3.415±0.120 bc | 3.435±0.120 bc | 96.240±0.325 bcd |
| Mikrodalga- 10dak | 2 | 92.185±0.163 d | -0.405±0.021 | 4.595±0.092 a | 4.610±0.099 a | 95.060±0.170 cd |
| Ultrases-2 dak | 2 | 94.315±0.148 a | -0.415±0.092 | 2.240±0.226 e | 2.275±0.247 e | 100.455±1.322 a |
| Ultrases-5 dak | 2 | 94.020±0.042 a | -0.415±0.134 | 2.595±0.205 de | 2.630±0.226 de | 99.010±2.107 abc |
| Ultrases-10 dak | 2 | 93.685±0.021 ab | -0.455±0.049 | 2.975±0.035 cd | 3.005±0.035 cd | 98.705±0.771 abcd |

*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

**Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0.05$).

Jin et al. (2016)'nın 110 farklı bitki çayını yeşil çayın özellikleriyle karşılaştırıdıkları çalışmaya göre, bitki çaylarının renk parametreleri *L**: 46.38–99.98, *a**: −7.68–44.85, *b**: 0.35–86.24, *C**: 0.35–86.26 ve h: 17.65–109.78 aralığında değişmektedir. Buna göre, leylak çayına benzer olarak, çalışmadaki bitki çaylarının 50'ye yakının *L** değerinin 90-95 aralığında, 30'a yakınının *a** değerinin -1-0 aralığında, 10'a yakın bitki çayının *b** değerinin 5'ten küçük olduğu, yine 10'a yakın bitki çayının *C** değerinin 5'ten küçük olduğu ve 25'e yakının h değerinin de 95-100 aralığında olduğu çalışmada verilen grafiklerde görülmektedir. Bununla birlikte, sonuçlar yeşil çaylara kıyasla renk parametrelerinin bitki çayları arasında oldukça değişken olduğunu göstermektedir.

Akçakaya (2018)'nın bitki çaylarının biyoaktif özelliklerini değerlendirdiği çalışmasında, tarçın, ıhlamur (çiçeği ve yaprağı) ile adaçayı (çiçeği ve sapı) materyal olarak kullanılmıştır. Örneklerin su ekstraktlarının *L** değerlerinin 91.06 ile 93.47, *a** değerlerinin -0.68- 0.62 ve *b** değerlerinin 4.99-12.33 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu anlamda, tüm ekstratların parlaklıklarının, adaçayının *a** değerlerinin ve tarçın ve ıhlamur ekstraktlarının da *b** değerlerinin leylak çaylarına benzerlik gösterdiği görülmektedir.

### 4.2.6. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi

#### 4.2.6.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Tepsili kurutucuda kurutulan leylak çiçeklerinin faklı yöntem ve sürelerde demlenmesiyle elde edilen çaylara ait toplam fenolik madde miktarları Çizelge 4.11'de ve bu sonuçlara ait varyans analizi EK-11'de verilmiştir. Buna göre, ikili interaksiyonun çayların toplam fenolik içerikleri üzerinde etkisi olmazken, demleme yöntemi $p<0.05$ ve demleme süresi $p<0.01$ düzeyinde istatiksel olarak etkilidir.

Çayların toplam fenolik madde miktarları 5.259±0.630- 16.780±5.211 mg/100 ml arasında değişmekte olup, en düşük değer ultrasesle 2 dk demlenen çaya ve en yüksek değer de infüzyonla 10 dk demlenen çaya aittir. Demleme yöntemi bakımından, ortalama 6.918±1.801 mg/100 ml ile ultrases yöntemi fenolik madde geçişinde en az etkili olurken bunu ortalama 11.121±5.350 mg/100 ml ile mikrodalga izlemiş ve 11.230±5.676 mg/100 ml ile infüzyon en çok fenolik madde geçişini sağlayan yöntem olmuştur ($p<0.05$). Bununla birlikte, ortalama 5.436±0.465 mg/100 ml fenolik madde miktarıyla en az geçişi 2 dk demleme süresi verirken bunu, ortalama 9.846±3.067

mg/100 ml ile 5 dk ve 13.987±5.008 mg/100 ml ile 10 dk demlemeler izlemiştir ($p<0.01$).

#### 4.2.6.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Gölgede kurutulan leylak çiçeklerinin faklı yöntem ve sürelerde demlenmesiyle elde edilen çaylara ait toplam fenolik madde miktarları Çizelge 4.12'de ve bu sonuçlara ait varyans analizi EK-12'de verilmiştir. Buna göre, demleme süresi $p<0.01$ düzeyinde istatiksel olarak etkili olurken, demleme yönemi ve ikili interaksiyonun çayların toplam fenolik içerikleri üzerine anlamlı bir etkisi görülmemiştir.

Çayların toplam fenolik madde miktarları 5.052±1.445- 14.096±2.306 mg/100 ml arasında değişmekte olup, en düşük değer mikrodalgada 2 dk demlenen çaya ve en yüksek değer de infüzyonla 10 dk demlenen çaya aittir. Demleme yöntemi bakımından, infüzyon, mikrodalga ve ultrases ile demlenen çaylar arasında toplam fenolik madde miktarları benzer olup, anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Bununla birlikte, ortalama 12.230±3.392 mg/100 ml fenolik madde miktarıyla en fazla geçişi 10 dk demleme süresi verirken bunu, ortalama 8.313±1.554 mg/100 ml ile 5 dk ve 5.302±1.024 mg/100 ml ile 2 dk demlemeler izlemiştir ($p<0.01$).

Hem tepsili kurutucuda hem gölgede kurutulan çiçek çayları için, ikili interaksiyonda, ultrasesle demlenen çayların 5 ve 10 dakikalık demlemelerinin birbirine yakın fenolik içerikler verdiği, ultraseste 10 dakikalık demlemenin infüzyon ve mikrodalganın 5 dakikalık demlemelerine daha yakın olduğu yine Çizelge 4.11 ve 4.12'de görülmektedir.

Çayların brix ve fenolik madde miktarları karşılaştırıldığında, tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için $r=0.912$ ve gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için $r=0.89$ korelasyon katsayıları elde edilmiş olup, elde edilen yüksek korelasyon katsayısından, yöntem ve süreye göre çaya geçen katı madde miktarlarının fenolik içerikler olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.11.** Demleme yöntemi ve süresinin tepsili kurutucuda kurutulmuş leylak çiçeği çaylarının biyoaktif özellikleri üzerine etkisi*

| | N | **Toplam fenolik madde (mg/100 ml)**** | **Toplam fenolik madde (% geçiş)** | **Toplam monomerik antosiyanin** (mg/100 ml)** | **Toplam monomerik antosiyanin (% geçiş)** |
|---|---|---|---|---|---|
| ***Demleme Yöntemi (A)*** | | | | | |
| İnfüzyon | 6 | 11.230±5.676 a | 60.021 | 0.124±0.055 a | 10.922 |
| Mikrodalga | 6 | 11.121±5.350 ab | 59.440 | 0.139±0.067 a | 12.214 |
| Ultrases | 6 | 6.918±1.801 b | 36.976 | 0.091±0.031 b | 8.013 |
| ***Demleme süresi (B)*** | | | | | |
| 2 dak | 6 | 5.436±0.465 b | 29.056 | 0.062±0.006 c | 5.493 |
| 5 dak | 6 | 9.846±3.067 a | 52.623 | 0.117±0.023 b | 10.275 |
| 10 dak | 6 | 13.987±5.008 a | 74.758 | 0.175±0.042 a | 15.381 |
| ***Demleme Yöntemi x Demleme süresi (AxB)*** | | | | | |
| İnfüzyon- 2dak | 2 | 5.552±0.707 b | 29.675 | 0.064±0.003 d | 5.622 |
| İnfüzyon- 5dak | 2 | 11.357±2.705 ab | 60.699 | 0.121±0.003 bc | 10.663 |
| İnfüzyon- 10dak | 2 | 16.780±5.211 a | 89.688 | 0.187±0.003 a | 16.479 |
| Mikrodalga-2dak | 2 | 5.498±0.292 b | 29.385 | 0.066±0.006 d | 5.816 |
| Mikrodalga- 5dak | 2 | 11.476±2.813 ab | 61.338 | 0.137±0.019 b | 12.020 |
| Mikrodalga- 10dak | 2 | 16.389±4.012 a | 87.597 | 0.214±0.003 a | 18.806 |
| Ultrases-2 dak | 2 | 5.259±0.630 b | 28.107 | 0.057±0.006 d | 5.041 |
| Ultrases-5 dak | 2 | 6.704±1.476 ab | 35.834 | 0.093±0.019 cd | 8.143 |
| Ultrases-10 dak | 2 | 8.791±1.015 ab | 46.988 | 0.123±0.000 bc | 10.857 |

*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

**Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0.05$).

**Çizelge 4.12.** Demleme yöntemi ve süresinin gölgede kurutulmuş leylak çiçeği çaylarının biyoaktif özellikleri üzerine etkisi*

| | N | **Toplam fenolik madde (mg/100 ml)** ** | **Toplam fenolik madde (% geçiş)** | **Toplam Monomerik antosiyanin miktarı (mg/100 ml)**** | **Toplam monomerik antosiyanin (% geçiş)** |
|---|---|---|---|---|---|
| ***Demleme Yöntemi (A)*** | | | | | |
| İnfüzyon | 6 | 9.418±4.016 | 47.436 | 0.101±0.052 a | 7.612 |
| Mikrodalga | 6 | 9.422±4.346 | 47.454 | 0.116±0.063 a | 8.806 |
| Ultrases | 6 | 7.005±2.063 | 35.282 | 0.069±0.023 b | 5.245 |
| ***Demleme süresi (B)*** | | | | | |
| 2 dak | 6 | 5.302±1.024 b | 26.705 | 0.045±0.002 c | 3.439 |
| 5 dak | 6 | 8.313±1.554 b | 41.870 | 0.095±0.026 b | 7.167 |
| 10 dak | 6 | 12.230±3.392 a | 61.597 | 0.146±0.042 a | 11.057 |
| ***Demleme Yöntemi x Demleme süresi (AxB)*** | | | | | |
| İnfüzyon- 2dak | 2 | 5.704±1.445 b | 28.731 | 0.046±0.003 e | 3.500 |
| İnfüzyon- 5dak | 2 | 8.454±0.138 ab | 42.582 | 0.095±0.003 cd | 7.167 |
| İnfüzyon- 10dak | 2 | 14.096±2.306 a | 70.995 | 0.161±0.009 ab | 12.168 |
| Mikrodalga-2dak | 2 | 5.052±1.445 b | 25.446 | 0.045±0.002 e | 3.417 |
| Mikrodalga- 5dak | 2 | 9.280±2.014 ab | 46.743 | 0.121±0.022 bc | 9.167 |
| Mikrodalga- 10dak | 2 | 13.933±3.059 a | 70.174 | 0.183±0.016 a | 13.835 |
| Ultrases-2 dak | 2 | 5.150±0.753 b | 25.939 | 0.045±0.001 e | 3.400 |
| Ultrases-5 dak | 2 | 7.204±1.906 ab | 36.286 | 0.068±0.009 de | 5.167 |
| Ultrases-10 dak | 2 | 8.661±2.152 ab | 43.622 | 0.095±0.003 cd | 7.167 |

*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.
**Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0.05$).

Jin et al. (2016)'nın 110 farklı bitki çayını yeşil çayın özellikleriyle karşılaştırdıkları çalışmaya göre, bitki çaylarının toplam fenolik madde içerikleri 0.08–28.97 g GAE/100 g kuru ağırlık arasında değişmekte olup, leylak çayına benzer olarak 2 g GAE/100 g kuru ağırlığın altında fenolik içeriğe sahip bitki çayı sayısının 40'a yakın olduğu görülmektedir. Bitki çaylarının hemen hepsinin fenolik içeriklerinin yeşil çaylardan daha düşük olduğu belirtilmiştir

Brezilya'da tüketilen 8 farklı bitkiden elde edilen 51 çayın değerlendirildiği çalışmada, çayların fenolik içeriklerinin 100.45 (*Pimpinella anisum*) - 1034.48 (*Camellia sinensis*) mg GAE/L aralığında değiştiği belirlenmiştir (Zielinski et al., 2014). Leylak çaylarının fenolik içeriklerinin çalışmada kullanılan *Baccharis trimera, Cymbopogon citratus ve Pimpinella anisum* çaylarıyla benzer olduğu, bunun yanı sıra diğer çayların fenolik içeriklerinin daha yüksek olduğu verilen tablolarda görülmektedir.

5, 10 ve 15 dakika olmak üzere 3 farklı infüzyon süresinde hazırlanan mersin çaylarının değerlendirildiği çalışmada, fenolik içeriklerin demleme süresince anlamlı bir şekilde arttığı, en yüksek toplam fenolik içeriğin (179.55 mg GAE / g kuru ağırlık) 15 dakikalık demlemede ve en düşük içeriğin de (146.74 mg GAE / g kuru ağırlık) 5 dakikalık demlemede olduğu tespit edilmiştir (Messaoud, Laabidi, & Boussaid, 2012). Bununla birlikte, mersin çaylarının fenolik içerikleri leylak çaylarından oldukça yüksektir.

*Arbutus unedo* meyvesinden kateşin ekstraksiyonunun yapıldığı çalışmada, maserasyon, mikrodalga ve ultrases yöntemleri karşılaştırılmış ve bu çalışmaya benzer sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmada, maserasyon ve mikrodalganın optimum ekstraksiyon koşullarında en etkili yöntemler olduğu bulunmuştur. Ancak ultrases yöteminin kateşin ekstraksiyon verimi açısından daha az etkili olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, mikrodalganın çalışmada incelenen diğer tekniklere kıyasla daha hızlı ve daha etkili olduğu vurgulanmıştır. Çalışmada ayrıca, maserasyon ve mikrodalga yöntemlerinde sıcaklık ve süre değişkenlerinin kateşin ekstraksiyonunu önemli ölçüde etkilediği, ekstraksiyon veriminin sıcaklık ve süre artışıyla optimum bir noktaya kadar arttığı ve sonrasında azaldığı belirlenmiştir (Albuquerque et al., 2017).

Nar kabuğu üzerine yapılan bir çalışmada ise, mikrodalga yöntemi optimize edilmiş ve ultrasesle karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, mikrodalga destekli ekstraksiyon yönteminin (4 dakikada 199.4 mg GAE / g kuru kabuk), ultrases destekli ekstraksiyona (10 dakikada 119.82 mg GAE/g kuru kabuk) kıyasla daha yüksek verim

sağladığı tespit edilmiştir (Kaderides, Papaoikonomou, Serafim, & Goula, 2019). Yine, nar kabuğu ekstraktlarının fenolik içeriğinin leylak çaylarından oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

Sakız ağacı (*Pistacia lentiscus* L.) yapraklarıyla yapılan bir başka çalışmada ise, mikrodalga destekli ekstraksiyon koşulları optimize edilmiş ve mikrodalgayla elde edilen veriler ultrases ve geleneksel ekstraksiyon yöntemleriyle karşılaştırılmıştır. Mikrodalga ekstraksiyonunun optimize edilmesinde ekstraksiyon süresi de değerlendirilmiş ve 60 ve 90 saniyelerde benzer ekstraksiyon verimi elde edilmiş olmakla birlikte 30'dan 120 saniyeye kadar verimde anlamlı bir artış gözlenmiş ve 120 s'den sonra da verimde düşüş görüldüğü belirtilmiştir. Bunun yanı sıra, optimize edilen koşullarda üç yöntem toplam fenolik içerikleri bakımından istatiksel olarak karşılaştırılabilir olup, sırasıyla mikrodalga için 185.69, geleneksel yöntemde 178.00 ve ultraseste 142.76 mg GAE / g kuru ağırlık olarak bulunmuştur (Dahmoune et al., 2014).

Melisa ve nane yapraklarının sulu ekstraktları üzerine yapılan bir çalışmada, geleneksel yöntem (oda sıcaklığında 24 saatlik maserasyon) ile farklı sürelerde uygulanan ultrases yöntemleri karşılaştırılmıştır. Buna göre, klasik yöntemle ekstrakte edilen toplam fenolik sonuçları ile antioksidan aktiviteleri, ultrases ile muamele edilen numunelerde elde edilen fenolik sonuçlarına ve antioksidan aktivitelerine kıyasla daha yüksek verim göstermiş, bununla birlikte, ultrases yönteminde ekstraksiyon süresinin 5'ten kademeli olarak 25 dk'ya çıkarılmasıyla toplam fenolik içerikleri ve antioksidan aktiviteleri de kademeli olarak artmıştır. Ancak 25 dk ile 30 dk arasında toplam fenolik içeriklerde ve antioksidan aktivitelerde bir miktar azalma gözlenmiştir (Zlabur et al., 2016).

Bazı bitki materyallerinde ultrases, fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu için geleneksel yöntemden daha az etkili olabilmektedir. Bu durum, sulu çözeltinin sonikasyon altında bazı biyoaktif bileşiklerin oksidasyonu ve bozunması, buna bağlı olarak oldukça reaktif hidroksilradikallerin oluşması ile açıklanabilmektedir (Karabegović et al., 2014).

Üzümden pektin ekstraksiyonunda farklı yöntemlerin kullanıldığı çalışmada, ultrases, geleneksel yöntemle benzer sonuçlar vermiş, mikrodalga ise daha iyi verimle daha yüksek miktarda pektin elde edilmesini sağlamıştır. Bununla birlikte, en iyi sonuçlar ultrasesin mikrodalganın ön işlemi olarak kullanılması ile elde edilmiştir (Bagherian, Ashtiani, Fouladitajar, & Mohtashamy, 2011).

Monteri çamı *(Pinus radiata*) kabuğu üzerinde farklı ekstraksiyon yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada, ekstrakte edilen kütle (g ekstrakt / g kabuk), toplam fenoller ve tanin (çökeltme ile) konsantrasyonu ile anti-radikal kapasitesi (difenilpikrilhidrazil, DPPH) incelenmiştir. Bir aşamalı ekstraksiyon sonunda, ekstrakte edilen madde miktarı maserasyon <ultrases <mikrodalga <Soxhlet ($p < 0.05$) şeklinde artmıştır. Toplam fenol ve tanin seviyeleri Soxhlet tekniğiyle daha yüksek oranda elde edilir iken, en düşük oranlar ultraseste elde edilmiştir (Aspé & Fernández, 2011).

Kahverengi makroalgden fükoz sülfatlı polisakkarit (FSP) elde edilmesinde mikrodalga ve ultrases yöntemleri kullanılmış ve mikrodalga kullanılarak elde edilen FSP seviyelerinin ultrases kullanılarak elde edilen maksimum seviyelerden yaklaşık 10 kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra toplam çözünür karbonhidratlar (3317.39 ± 54.91 mg glikoz eşdeğeri / 100 g kuru ağırlık) ve fenolik bileşikler (1790.93 ± 112.11 mg gallik asit eşdeğeri / 100 g kuru ağırlık) bakımından da mikrodalgada ultrasesten daha yüksek verim elde edilmiştir. Ayrıca, ultrases ve mikrodalgaların aynı anda uygulanması (UMAE) ile, tek başına ultrases ve mikrodalga kullanımına kıyasla, ekstrakte edilen bileşiklerin verimini (FSP'ler (3533.75 ± 55.81 mg fukoz / 100 g kuru ağırlık), toplam çözünür karbonhidratlar (10408.72 ± 229.11 mg glikoz eşdeğeri / 100 g kuru ağırlık) ve fenolik bileşikler (2605.89 ± 192.97 mg gallik asit eşdeğeri / 100 g kuru ağırlık) daha da artırdığı tespit edilmiştir (Garcia-Vaquero, Ummat, Tiwari, & Rajauria, 2020).

Akçakaya (2018)'nın tarçın, ıhlamur (çiçeği ve yaprağı) ile adaçayı (çiçeği ve sapı) bitki çaylarını değerlendirdiği çalışmada, örneklerin oda sıcaklığında demlenen su ekstraktlarının toplam fenolik içeriklerinin 1214 – 7459 µg GA/g arasında değiştiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, 75, 85 ve 95 ºC'de demlenen tarçın, ıhlamur çiçeği ve adaçayı sapının fenolik içeriklerinin leylak çayından daha yüksek olduğu, ıhlamur yaprağı ve adaçayı sapının ise leylak çaylarına benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Eruçar (2006)'ın bazı bitkisel çayların fenolik ve antioksidan özelliklerini değerlendirdiği çalışmada, böğürtlen, mürver ve karahindiba kullanılmıştır. Buna göre, böğürtlen ve mürver infüzyonları leylaktan yüksek fenolik içeriğe (sırasıyla 33.65 ve 20.84 mg GA/ g) sahip iken, karahindiba infüzyonun leylak çayından daha düşük fenolik içeriğe sahip olduğu bulunmuştur.

Tarçın, kişniş, kimyon ve safran üzerinde yapılan çalışmada, mikrodalga ve ultrases yöntemleri kendi arasında kıyaslanmış ve ekstraktların toplam fenolik madde analizine göre, mikrodalga destekli yöntemin özellikle tarçın, kimyon ve safran için

ultrases destekli ekstraksiyon yöntemine göre daha uygun olduğunu, kişniş için ise iki yöntem arasında anlamlı bir fark olmadığını belirlenmiştir. Bununla birlikte, mikrodalga kullanılarak elde edilen ekstraktların ABTS, DPPH ve FRAP ile ölçülen antioksidan aktivite değerlerinin, ultrases destekli ekstraksiyon ile elde edilenlerden daha zengin olduğu vurgulanmıştır (Gallo, Ferracane, Graziani, Ritieni, & Fogliano, 2010).

Yeşil ve beyaz çay çeşitlerinin değerlendirildiği çalışmada, toplam fenolik içeriklerinin 19 farklı yeşil çay çeşidi için 1.17 - 18.59 mg GAE/ g ve 8 farklı beyaz çay çeşidi için 0.96 - 5.62 mg GAE/ g aralıklarında olduğu belirlenmiştir (Unachukwu, Ahmed, Kavalier, Lyles, & Kennelly, 2010). Bu anlamda çalışmada kullanılan bazı çay çeşitlerinin leylak çayına yakın fenolik madde içerdikleri, yeşil çayların ise nispeten daha yüksek fenolik içeriğe sahip oldukları görülmektedir.

Yeşil çay ve farklı bitki çayları (gül, lavanta, papatya, ebegümeci, limon otu, adaçayı, biberiye, ekinezya, kekik, nane, ginkgo, meyan kökü ve dikenli elma) üzerinde yapılan bir başka çalışmada ise, gül ve yeşil çayın toplam fenolik bileşiklerinin sırasıyla 4.43 ve 4.03 mM GAE olduğu ve diğer bitki çaylarının toplam fenolik içeriklerinin 0.43 ile 2.63 mM GAE arasında değiştiği belirlenmiştir (Aoshima, Hirata, & Ayabe, 2007).

Taflan bitkisi üzerinde yapılan bir çalışmada farklı ekstraksiyon teknikleri değerlendirilmiştir. Taflanın toplam fenolik içeriği, yaprak için 85.4-119.4 mg gallik asit / g kuru ekstrakt ve meyvesi için 36.2-46.3 mg gallik asit / g kuru ekstrakt arasında değişmektedir. Genel olarak, bu çalışmada test edilen farklı ekstraksiyon teknikleri arasında, bitki materyalinden bağımsız olarak, toplam fenolik ve flavonoid içerikleri bakımından mikrodalga yöntemi biraz daha yüksek etki gösterirken, Soxhlet ekstraksiyonu diğer tekniklerden daha düşük değerler vermiştir. Bununla birlikte, ultrases ve geleneksel yöntemlerle elde edilen ekstraktlarda biyoaktif bileşiklerin içeriği önemli ölçüde değişmediği belirlenmiştir (Karabegović et al., 2014).

Yaprak ekstraktlarının toplam fenolik bakımından ekstraksiyon verimleri botanik kaynağa, uygulanan ekstraksiyon tekniğine ve kullanılan çözücüye bağlı olarak literatürde farklılık gösterebilmektedir (Dahmoune et al., 2014). Bunun yanı sıra, farklı çay yetiştirme yöntemleri ve hasat dönemi, tarımsal prosedürlerdeki farklılıklar, işleme, fermantasyon süresi ve üretime özgü diğer süreçler sebebiyle farklı yerlerden ya da üreticilerden temin edilen aynı bitki çayları için toplam fenolik miktarları dahi farklılık gösterebilmektedir (Tahirović et al., 2014).

### 4.2.7. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının toplam monomerik antosiyanin miktarı üzerine etkisi

#### 4.2.7.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Tepsili kurutucda kurutulan leylak çiçeklerinin faklı yöntem ve sürelerde demlenmesiyle elde edilen çaylara ait toplam fenolik madde miktarları Çizelge 4.11'de ve bu sonuçlara ait varyans analizi EK-11'de verilmiştir. Buna göre, demleme yöntemi, demleme süresi ve ikili interaksiyonun çayların toplam monomerik antosiyanin içerikleri üzerinde istatiksel olarak etkilidir ($p<0.01$).

Çayların toplam monomerik antosiyanin madde miktarları, 0.057±0.006 mg/100 ml ile en düşük miktar ultrasesle 2 dk demlenen çayda olup, 0.214±0.003 mg/100 ml ile en yüksek değer mikrodalgada 10 dk demlenen çaya aittir. Demleme yöntemi bakımından, ortalama 0.091±0.031 mg/100 ml ile ultrases yöntemi monomerik antosiyanin geçişinde en az etkili olurken, infüzyon (0.124±0.055 mg/100 ml) ve mikrodalga (0.139±0.067 mg/100 ml) yöntemleri benzer sonuçlar vermiştir ($p<0.01$). Bunun yanı sıra, 5 ve 10 dakika demlenen çaylarda mikrodalganın daha yüksek miktarda antosiyanin geçişi sağladığı yine Çizelge 4.11'de görülmektedir. Kuru maddedeki antosiyanin miktarları göz önüne alındığında, maksimum demleme süresi için, en fazla geçişi mikrodalgada demleme %18.806 ile sağlarken, bunu %16.479 ile infüzyon izlemiş ancak ultrases demlemede antosiyanin geçişi daha az oranda gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, çaya geçen antosiyanin miktarları demleme süresiyle birlikte artmış; ortalama 0.062±0.006 mg/100 ml antosiyanin miktarıyla en az geçişi 2 dk demleme süresi verirken bunu, ortalama 0.117±0.023 mg/100 ml ile 5 dk ve 0.175±0.042 mg/100 ml ile 10 dk demlemeler izlemiştir ($p<0.01$).

#### 4.2.7.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Gölgede kurutulan leylak çiçeklerinin faklı yöntem ve sürelerde demlenmesiyle elde edilen çaylara ait toplam fenolik madde miktarları Çizelge 4.12'de ve bu sonuçlara ait varyans analizi EK-12'de verilmiştir. Buna göre, demleme yöntemi, demleme süresi ve ikili interaksiyonun çayların toplam monomerik antosiyanin içerikleri üzerinde istatiksel olarak etkilidir ($p<0.01$).

Çayların toplam monomerik antosiyanin madde miktarları, 0.045±0.001-0.183±0.016 mg/100 ml arasında değişmekte olup, en düşük miktar ultrasesle 2 dk demlenen çayda olup, en yüksek değer mikrodalgada 10 dk demlenen çaya aittir. Demleme yöntemi bakımından, ortalama 0.069±0.023 mg/100 ml ile ultrases yöntemi

monomerik antosiyanin geçişinde en az etkili olurken infüzyon (0.101±0.052 mg/100 ml) ve mikrodalga (0.116±0.063 mg/100 ml) yöntemleri benzer sonuçlar vermiştir ($p<0.01$). Bunun yanı sıra, 5 ve 10 dakika demlenen çaylarda mikrodalganın daha yüksek miktarda antosiyanin geçişi sağladığı yine Çizelge 4.12'de görülmektedir. Kuru maddedeki antosiyanin miktarları göz önüne alındığında, maksimum demleme süresi için, en fazla geçişi mikrodalgada demleme %13.835 ile sağlarken, bunu %12.168'lik bir oranla infüzyon izlemiş ancak ultrases demlemede antosiyanin geçişi daha az oranda gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, çaya geçen antosiyanin miktarları demleme süresiyle birlikte artmış; ortalama 0.045±0.002 mg/100 ml antosiyanin miktarıyla en az geçişi 2 dk demleme süresi verirken bunu, ortalama 0.095±0.026 mg/100 ml ile 5 dk ve 0.146±0.042 mg/100 ml ile 10 dk demlemeler izlemiştir ($p<0.01$).

Hem tepsili kurutucuda hem gölgede kurutulan çiçek çayları için, ikili interaksiyonda, mikrodalganın daha iyi sonuçlar vererek öne çıktığını ve infüzyonun da mikrodalgaya yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Bununla birlikte, ultrasesin diğer iki yönteme göre daha az etkili olduğu ve ultraseste 10 dakikalık demlemenin infüzyon ve mikrodalganın 5 dakikalık demlemelerine daha yakın olduğu yine Çizelge 4.11 ve 4.12'de görülmektedir.

Çayların brix ve monomerik antosiyanin madde miktarları karşılaştırıldığında, tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için $r=0.89$ ve gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için $r=0.854$ korelasyon katsayıları elde edilmiş olup, elde edilen yüksek korelasyon katsayısından, yöntem ve süreye göre çaya geçen katı madde miktarları arasında antosiyanin içeriklerin de olduğu görülmektedir.

Aronya, yabanmersini ve siyah Frenk üzümünden elde edilen infüzyon ve dekoksiyon çaylarının biyoaktif özelliklerinin değerlendirildiği çalışmada, toplam antosiyanin içeriklerinin 8.1 - 25.7 mg/ 100 ml arasında değiştiği, yabanmersininin diğer iki meyve çayının nerdeyse 2-3 katı kadar fazla antosiyanin içerdiği, bunun yanı sıra, kuru meyve içerikleriyle karşılaştırıldığında ise, toplam antosiyaninlerin %1-3 oranında çaya geçtiği bildirilmiştir (Šavikin et al., 2014). Bu çalışmada değerlendirilen leylak çaylarının ise, bu üç dut meyvesinden elde edilen çaylardan daha düşük oranda antosiyanin içerdiği görülmektedir. Bununla birlikte, kuru örneğin metanol ekstraktından elde edilen antosiyanin içeriği göz önüne alındığında, yöntem ve süreye bağlı olmakla birlikte, toplam antosiyaninin % 20'ye varan oranlarda çaya geçtiği görülmektedir.

Ortodox yeşil ve siyah çayları ile bunların antosiyanince zenginleştirilmiş çayları üzerine yapılan bir çalışmada, yeşil, siyah ve yeşil filiz çaylarda antosiyanin tespit edilememiş olmakla birlikte, antosiyanince zengin mor çay filizinde % 1.47 oranında, antosiyanince zenginleştirilmiş yeşil çayda % 1.03 oranında ve son olarak, antosiyanince zenginleştirilmiş siyah çayda % 0.51 oranında antosiyanin olduğu bildirilmiştir (Joshi, Rana, & Gulati, 2015).

### 4.2.8. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının fenolik profili üzerine etkisi

#### 4.2.8.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Tepsili kurutucuda kurutulan leylak çiçeklerinin faklı yöntem ve sürelerde demlenmesiyle elde edilen çaylara ait fenolik profil sonuçları (oleuropein, kamferol-3-glikozit, gentisik asit, klorojenik asit, kafeik asit, ferulik asit ve rosmanirik asit) Çizelge 4.13'te ve bu değerlere ait varyans analizi EK-13'te verilmiştir. Buna göre, demleme yöntemi, süresi ve ikili interaksiyonun ferulik asit üzerinde anlamlı bir etkisi görülmezken, her üç parametre birlikte oleuropein üzerinde ($p<0.01$) düzeyinde etkilidir. Bununla birlikte, demleme yöntemi ve süresi klorojenik ve rosmarinik asitler üzerinde ($p<0.05$) düzeyinde, kamferol-3-glikozit, gentisik asit ve kafeik asit üzerinde ise ($p<0.01$) düzeyinde etkilidir.

Tepsili kurutucuda kurutulan leylakların çaylarında en fazla gentisik asit, oleuropein ve rosmanirik asit bulunmakta olup, çaylar en az kafeik ve ferulik asit içermektedir. Leylağın fenolik profili esas alındığında, Çizelge 4.14'te görüleceği üzere, çaylara oleuropeinde %15.14-44.91 oranında, kamferol-3-glikozitte %4.04-16.26 oranında, gentisik asitte %18.89-44.66 oranında ve rosmanirik asitte %8.91-39.65 oranında bir geçiş söz konusudur. Klorojenik asit, kafeik asit ve ferulik asitin çaya geçiş oranları ise oldukça düşüktür.

Çayların oleuropein içerikleri 0.614±0.040 (ultraseste 2 dk demlenen çayda) ile 1.821±0.028 (infüzyonda 10 dk demlenen çay) mg/100 ml arasında, kamferol-3-glikozit içerikleri 0.164±0.005 (ultraseste 2 dk demlenen çay) ile 0.660±0.114 (infüzyonla 10 dk demlenen çay) arasında, gentisik asit miktarları 0.766±0.033 (ultraseste 2 dk demlenen çay) ile 1.811±0.083 (infüzyonla 10 dk demlenen çay) mg/100 ml arasında, klorojenik asit içerikleri 0.037±0.005 (ultraseste 2 dk demlenen çay) ile 0.190±0.006 (infüzyonla 5 dk demlenen çay) mg/100 ml arasında, kafeik asit içerikleri 0.025±0.004 (ultraseste 2 dk demlenen çay) ile 0.074±0.001 ve 0.074±0.003 (infüzyon ve mikrodalgada 10 dk

demlenen çaylar) mg/100 ml arasında, ferulik asit miktarları 0.017±0.010 (ultraseste 10 dk demlenen çay) ile 0.044±0.013 (infüzyonla 5 dk demlenen çay) mg/100 ml arasında ve rosmarinik asit içerikleri 0.361±0.017 (ultraseste 2 dk demlenen çay) ile 1.608±0.770 (infüzyonla 10 dk demlenen çay) mg/100 ml arasında değişmektedir. Demleme süresinin ferulik asit üzerinde bir etkisi olmamakla birlikte, diğer fenolik profillerin miktarları demleme süresi arttıkça artmıştır ($p<0.05$). Demleme yöntemi bakımından ise, oleuropein ve klorojenik asit profillerinde infüzyon en etkili yöntem olurken, bunu mikrodalga izlemiş ve ultraseste elde edilen profil miktarları diğer iki yönteme göre daha düşük kalmıştır ($p<0.05$). Kamferol-3-glikozit, gentisik asit, kafeik asit ve rosmanirik asit üzerinde infüzyon ve mikrodalga benzer etkiler gösterirken, ultrases yine bu iki yönteme göre düşük kalmıştır ($p<0.05$). Ferulik asit üzerinde ise demleme yöntemlerinin anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır ($p>0.05$).

#### 4.2.8.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Gölgede kurutulan leylak çiçeklerinin faklı yöntem ve sürelerde demlenmesiyle elde edilen çaylara ait fenolik profil sonuçları (oleuropein, kamferol-3-glikozit, gentisik asit, klorojenik asit, kafeik asit, ferulik asit ve rosmanirik asit) Çizelge 4.15'te ve bu değerlere ait varyans analizi EK-14'te verilmiştir. Buna göre, demleme yöntemi ve süresi oleuropein, kamferol-3-glikozit, gentisik asit, kafeik asit ve ferulik asit üzerinde ($p<0.01$) düzeyinde etkili iken, klorojenik asit üzerinde demleme yönteminin ($p<0.01$) düzeyinde, rosmanirik asit üzerinde ise demleme yöntemi ve süresinin ($p<0.01$), ikili interaksiyonun ($p<0.05$) düzeyinde etkisi vardır.

Gölgede kurutulan leylakların çaylarında en fazla gentisik asit, oleuropein ve rosmanirik asit bulunmakta olup, çaylar en az kafeik ve ferulik asit içermektedir. Leylağın fenolik profili esas alındığında, Çizelge 4.16'da görüleceği üzere, çaylara oleuropeinde %12.56-43.06 oranında, kamferol-3-glikozitte %3.44-21.78 oranında, gentisik asitte %14.15-44.98 oranında ve rosmanirik asitte %7.17-42.80 oranında bir geçiş söz konusudur. Klorojenik asit, kafeik asit ve ferulik asitin çaya geçiş oranları ise oldukça düşüktür.

Çayların oleuropein içerikleri 0.518±0.023 (ultraseste 2 dk demlenen çayda) ile 1.774±0.110 (mikrodalgada 10 dk demlenen çay) mg/100 ml arasında, kamferol-3-glikozit içerikleri 0.142±0.007 (ultraseste 2 dk demlenen çay) ile 0.897±0.211 (mikrodalgada 10 dk demlenen çay) arasında, gentisik asit miktarları 0.583±0.030 (ultraseste 2 dk demlenen çay) ile 1.853±0.320 (infüzyonla 10 dk demlenen çay)

mg/100 ml arasında, klorojenik asit içerikleri 0.023±0.001 (ultraseste 2 dk demlenen çay) ile 0.167±0.051 (infüzyonda 5 dk demlenen çay) mg/100 ml arasında, kafeik asit içerikleri 0.017±0.001 (ultraseste 2 dk demlenen çay) ile 0.059±0.009 (mikrodalgada 10 dk demlenen çaylar) mg/100 ml arasında, ferulik asit miktarları 0.014±0.002 (infüzyonda 2 dk demlenen çay) ile 0.067±0.011 (mikrodalgada 10 dk demlenen çay) mg/100 ml arasında ve rosmarinik asit içerikleri 0.295±0.021 (ultraseste 2 dk demlenen çay) ile 1.763±0.249 (infüzyonla 10 dk demlenen çay) mg/100 ml arasında değişmektedir. Demleme süresinin klorojenik asit üzerinde bir etkisi olmamakla birlikte, diğer fenolik profillerin miktarları demleme süresi arttıkça artmıştır ($p<0.05$). Demleme yöntemi bakımından ise, gentisik ve ferulik asit profillerinde mikrodalga en etkili yöntem olurken, diğer fenolik profillerde infüzyon ve mikrodalga benzer etkiler göstermiştir. Ancak, ultrases ile demleme bu iki yönteme göre daha az etkili kalmıştır ($p<0.05$).

*S. vulgaris* L.'nin dal, yaprak, çiçek ve meyve gibi kısımlarının fitokimyasal karakterizasyonun belirlendiği bir çalışmada, çiçeklerde temel olarak kafeoilglukarik asit, kersetin rutinosid, akteosid, oleuropein, oleoacteoside ve oleonuezhenid bileşikleri tespit edilmiş ve infüzyonlar ile etanol ekstraktların fitokimyasal profillerinin benzer olduğu, sadece kantitatif farklılıkların gözlendiği belirlenmiştir (Woźniak et al., 2018).

**Çizelge 4.13.** Demleme yöntemi ve süresinin tepsili kurutucuda kurutulmuş leylak çiçeği çaylarının fenolik profili üzerine etkisi (mg/100 ml)*

| | N | Oleuropein** | Kamferol-3-glikozit** | Gentisik asit** | Klorojenik asit** | Kafeik asit** | Ferulik asit** | Rosmarinik asit** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Demleme Yöntemi (A)*** | | | | | | | | |
| İnfüzyon | 6 | 1.366±0.389 a | 0.507±0.176 a | 1.556±0.296 a | 0.148±0.042 a | 0.056±0.016 a | 0.035±0.014 | 1.179±0.550 a |
| Mikrodalga | 6 | 1.223±0.159 b | 0.460±0.157 a | 1.537±0.216 a | 0.125±0.052 ab | 0.057±0.014 a | 0.034±0.011 | 1.075±0.380 a |
| Ultrases | 6 | 0.735±0.115 c | 0.234±0.081 b | 0.966±0.291 b | 0.068±0.054 b | 0.035±0.012 b | 0.019±0.008 | 0.500±0.226 b |
| ***Demleme süresi (B)*** | | | | | | | | |
| 2 dak | 6 | 0.893±0.229 c | 0.265±0.096 c | 1.124±0.310 b | 0.085±0.047 b | 0.036±0.010 c | 0.023±0.006 | 0.583±0.187 b |
| 5 dak | 6 | 1.066±0.271 b | 0.391±0.159 b | 1.323±0.436 ab | 0.108±0.067 ab | 0.046±0.013 b | 0.033±0.012 | 0.950±0.371 ab |
| 10 dak | 6 | 1.365±0.435 a | 0.545±0.177 a | 1.611±0.242 a | 0.148±0.050 a | 0.065±0.013 a | 0.031±0.017 | 1.221±0.633 a |
| ***Demleme Yöntemi x Demleme süresi (AxB)*** | | | | | | | | |
| İnfüzyon- 2dak | 2 | 0.958±0.047 ef | 0.306±0.093 | 1.286±0.272 | 0.115±0.042 | 0.040±0.008 | 0.024±0.006 | 0.674±0.137 |
| İnfüzyon- 5dak | 2 | 1.320±0.011 bc | 0.557±0.023 | 1.570±0.287 | 0.190±0.006 | 0.055±0.006 | 0.044±0.013 | 1.256±0.115 |
| İnfüzyon- 10dak | 2 | 1.821±0.028 a | 0.660±0.114 | 1.811±0.083 | 0.138±0.033 | 0.074±0.001 | 0.036±0.020 | 1.608±0.770 |
| Mikrodalga-2dak | 2 | 1.107±0.058 de | 0.326±0.079 | 1.321±0.141 | 0.105±0.043 | 0.044±0.001 | 0.029±0.005 | 0.715±0.074 |
| Mikrodalga- 5dak | 2 | 1.143±0.054 cd | 0.408±0.034 | 1.586±0.239 | 0.086±0.010 | 0.053±0.003 | 0.034±0.001 | 1.089±0.128 |
| Mikrodalga- 10dak | 2 | 1.420±0.048 b | 0.646±0.065 | 1.705±0.046 | 0.185±0.025 | 0.074±0.003 | 0.040±0.021 | 1.422±0.446 |
| Ultrases-2 dak | 2 | 0.614±0.040 h | 0.164±0.005 | 0.766±0.033 | 0.037±0.005 | 0.025±0.004 | 0.018±0.004 | 0.361±0.017 |
| Ultrases-5 dak | 2 | 0.736±0.075 gh | 0.209±0.058 | 0.815±0.185 | 0.047±0.011 | 0.031±0.011 | 0.023±0.012 | 0.506±0.193 |
| Ultrases-10 dak | 2 | 0.855±0.029 fg | 0.330±0.008 | 1.318±0.120 | 0.120±0.080 | 0.048±0.001 | 0.017±0.010 | 0.635±0.377 |

*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

**Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0.05$).

**Çizelge 4.14.** Tepsili kurutucuda kurutulan leylak çiçeğinin çaylara geçen fenolik profil yüzdeleri (%)

| | N | **Oleuropein** | **Kamferol-3-glikozit** | **Gentisik asit** | **Klorojenik asit** | **Kafeik asit** | **Ferulik asit** | **Rosmarinik asit** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Demleme Yöntemi (A)*** | | | | | | | | |
| İnfüzyon | 6 | 33.69 | 12.51 | 38.37 | 3.64 | 1.38 | 0.85 | 29.09 |
| Mikrodalga | 6 | 30.18 | 11.35 | 37.91 | 3.09 | 1.40 | 0.84 | 26.52 |
| Ultrases | 6 | 18.12 | 5.78 | 23.83 | 1.66 | 0.85 | 0.47 | 12.34 |
| ***Demleme süresi (B)*** | | | | | | | | |
| 2 dak | 6 | 22.02 | 6.54 | 27.73 | 2.10 | 0.89 | 0.57 | 14.39 |
| 5 dak | 6 | 26.30 | 9.65 | 32.64 | 2.65 | 1.13 | 0.82 | 23.44 |
| 10 dak | 6 | 33.67 | 13.45 | 39.73 | 3.63 | 1.61 | 0.76 | 30.12 |
| ***Demleme Yöntemi x Demleme süresi (AxB)*** | | | | | | | | |
| İnfüzyon- 2dak | 2 | 23.61 | 7.55 | 31.72 | 2.83 | 0.99 | 0.58 | 16.62 |
| İnfüzyon- 5dak | 2 | 32.55 | 13.73 | 38.72 | 4.69 | 1.35 | 1.08 | 30.98 |
| İnfüzyon- 10dak | 2 | 44.91 | 16.26 | 44.66 | 3.40 | 1.82 | 0.89 | 39.65 |
| Mikrodalga-2dak | 2 | 27.31 | 8.04 | 32.58 | 2.58 | 1.07 | 0.70 | 17.63 |
| Mikrodalga- 5dak | 2 | 28.20 | 10.06 | 39.11 | 2.12 | 1.31 | 0.83 | 26.87 |
| Mikrodalga- 10dak | 2 | 35.02 | 15.94 | 42.05 | 4.56 | 1.82 | 0.98 | 35.07 |
| Ultrases-2 dak | 2 | 15.14 | 4.04 | 18.89 | 0.89 | 0.62 | 0.43 | 8.91 |
| Ultrases-5 dak | 2 | 18.15 | 5.16 | 20.09 | 1.15 | 0.74 | 0.56 | 12.47 |
| Ultrases-10 dak | 2 | 21.08 | 8.14 | 32.49 | 2.95 | 1.19 | 0.42 | 15.65 |

**Çizelge 4.15.** Demleme yöntemi ve süresinin gölgede kurutulmuş leylak çiçeği çaylarının fenolik profili üzerine etkisi (mg/100 ml)*

| | N | Oleuropein** | Kamferol-3-glikozit** | Gentisik asit** | Klorojenik asit** | Kafeik asit** | Ferulik asit** | Rosmarinik asit** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Demleme Yöntemi (A)*** | | | | | | | | |
| İnfüzyon | 6 | 1.243±0.425 a | 0.462±0.208 a | 1.281±0.369 ab | 0.117±0.049 a | 0.043±0.009 a | 0.030±0.016 b | 1.070±0.598 a |
| Mikrodalga | 6 | 1.302±0.382 a | 0.570±0.286 a | 1.466±0.375 a | 0.104±0.037 a | 0.045±0.014 a | 0.048±0.018 a | 1.057±0.533 a |
| Ultrases | 6 | 0.767±0.242 b | 0.260±0.103 b | 0.980±0.328 b | 0.039±0.019 b | 0.030±0.011 b | 0.026±0.014 b | 0.564±0.279 b |
| ***Demleme süresi (B)*** | | | | | | | | |
| 2 dak | 6 | 0.766±0.201 c | 0.232±0.094 c | 0.908±0.303 b | 0.065±0.036 a | 0.028±0.009 b | 0.020±0.011 b | 0.446±0.147 c |
| 5 dak | 6 | 1.029±0.235 b | 0.425±0.138 b | 1.213±0.168 b | 0.097±0.063 a | 0.041±0.008 a | 0.036±0.009 ab | 0.788±0.231 b |
| 10 dak | 6 | 1.517±0.385 a | 0.634±0.264 a | 1.605±0.340 a | 0.099±0.046 a | 0.049±0.011 a | 0.047±0.022 a | 1.457±0.458 a |
| ***Demleme Yöntemi x Demleme süresi (AxB)*** | | | | | | | | |
| İnfüzyon- 2dak | 2 | 0.828±0.001 | 0.220±0.057 | 0.942±0.091 | 0.072±0.001 | 0.035±0.006 | 0.014±0.002 | 0.459±0.042 cd |
| İnfüzyon- 5dak | 2 | 1.179±0.074 | 0.528±0.013 | 1.192±0.047 | 0.167±0.051 | 0.045±0.007 | 0.028±0.004 | 0.988±0.039 b |
| İnfüzyon- 10dak | 2 | 1.724±0.284 | 0.638±0.158 | 1.710±0.232 | 0.112±0.005 | 0.050±0.009 | 0.049±0.007 | 1.763±0.249 a |
| Mikrodalga-2dak | 2 | 0.953±0.021 | 0.336±0.054 | 1.200±0.257 | 0.101±0.021 | 0.033±0.005 | 0.033±0.012 | 0.585±0.148 bcd |
| Mikrodalga- 5dak | 2 | 1.179±0.006 | 0.479±0.139 | 1.345±0.252 | 0.080±0.034 | 0.042±0.010 | 0.043±0.006 | 0.877±0.038 bc |
| Mikrodalga- 10dak | 2 | 1.774±0.110 | 0.897±0.211 | 1.853±0.320 | 0.133±0.050 | 0.059±0.009 | 0.067±0.011 | 1.710±0.185 a |
| Ultrases-2 dak | 2 | 0.518±0.023 | 0.142±0.007 | 0.583±0.030 | 0.023±0.001 | 0.017±0.001 | 0.015±0.003 | 0.295±0.021 d |
| Ultrases-5 dak | 2 | 0.728±0.007 | 0.270±0.035 | 1.104±0.122 | 0.044±0.011 | 0.035±0.008 | 0.038±0.009 | 0.499±0.015 cd |
| Ultrases-10 dak | 2 | 1.054±0.035 | 0.369±0.019 | 1.253±0.168 | 0.052±0.028 | 0.038±0.006 | 0.024±0.020 | 0.898±0.112 bc |

*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

**Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0.05$).

**Çizelge 4.16.** Gölgede kurutulan leylak çiçeğinin çaylara geçen fenolik profil yüzdeleri (%)

| | N | **Oleuropein** | **Kamferol-3-glikozit** | **Gentisik asit** | **Klorojenik asit** | **Kafeik asit** | **Ferulik asit** | **Rosmarinik asit** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Demleme Yöntemi (A)*** | | | | | | | | |
| İnfüzyon | 6 | 30.18 | 11.20 | 31.10 | 2.83 | 1.05 | 0.73 | 25.96 |
| Mikrodalga | 6 | 31.60 | 13.84 | 35.57 | 2.53 | 1.08 | 1.15 | 25.67 |
| Ultrases | 6 | 18.60 | 6.31 | 23.78 | 0.96 | 0.72 | 0.62 | 13.69 |
| ***Demleme süresi (B)*** | | | | | | | | |
| 2 dak | 6 | 18.59 | 5.64 | 22.03 | 1.57 | 0.68 | 0.49 | 10.83 |
| 5 dak | 6 | 24.96 | 10.32 | 29.45 | 2.35 | 0.98 | 0.87 | 19.12 |
| 10 dak | 6 | 36.82 | 15.40 | 38.97 | 2.39 | 1.19 | 1.14 | 35.37 |
| ***Demleme Yöntemi x Demleme süresi (AxB)*** | | | | | | | | |
| İnfüzyon- 2dak | 2 | 20.08 | 5.33 | 22.85 | 1.73 | 0.84 | 0.33 | 11.13 |
| İnfüzyon- 5dak | 2 | 28.60 | 12.79 | 28.93 | 4.05 | 1.09 | 0.66 | 23.97 |
| İnfüzyon- 10dak | 2 | 41.84 | 15.47 | 41.51 | 2.70 | 1.20 | 1.19 | 42.80 |
| Mikrodalga-2dak | 2 | 23.13 | 8.14 | 29.11 | 2.44 | 0.79 | 0.79 | 14.20 |
| Mikrodalga- 5dak | 2 | 28.62 | 11.62 | 32.63 | 1.94 | 1.01 | 1.04 | 21.29 |
| Mikrodalga- 10dak | 2 | 43.06 | 21.78 | 44.98 | 3.22 | 1.44 | 1.63 | 41.51 |
| Ultrases-2 dak | 2 | 12.56 | 3.44 | 14.15 | 0.55 | 0.40 | 0.36 | 7.17 |
| Ultrases-5 dak | 2 | 17.67 | 6.56 | 26.78 | 1.06 | 0.84 | 0.91 | 12.10 |
| Ultrases-10 dak | 2 | 25.58 | 8.94 | 30.42 | 1.26 | 0.92 | 0.58 | 21.80 |

### 4.2.9. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının DPPH-antioksidan aktivitesi üzerine etkisi

#### 4.2.9.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Tepsili kurutucuda kurutulan leylak çiçeklerinin faklı yöntem ve sürelerde demlenmesiyle elde edilen çaylara ait antioksidan aktivite değerleri Çizelge 4.17'de ve bu değerlere ait varyans analizi EK-15'te verilmiştir. Buna göre, demleme yöntemi ve demleme süresi $p<0.01$ düzeyinde ve ikili interaksiyon $p<0.05$ düzeyinde çayların toplam antioksidan aktiviteleri üzerinde istatiksel olarak etkilidir.

Çayların DPPH antioksidan aktivite değerleri 0.635±0.037-1.672±0.006 mmol TE/ 100 ml arasında değişmekte olup, en düşük değerin mikrodalgada 2 dk demlenen çayda ve en yüksek değerin de mikrodalgada 10 dk demlenen çayda olduğu görülmektedir. İnfüzyon ve mikrodalga yöntemleri sırasıyla ortalama 1.227±0.375 ve 1.253±0.506 mmol TE/ 100 ml ile benzer etki gösterirken, ultrases yöntemi ile demlenen çaylar ortalama 0.936±0.167 mmol TE/ 100 ml ile daha düşük antioksidan aktivite göstermektedir ($p<0.01$). 2 dakika demlenen çaylarda ultrases ve infüzyon mikrodalgadan yüksek ancak birbirine benzer antioksidan aktivite gösterirken, 5 ve 10 dakika demlenen çaylarda mikrodalga yöntemi daha yüksek antioksidan aktivite ile ön plana çıkmaktadır. Bununla birlikte, demleme süresi arttıkça çayların antioksidan aktiviteleri de artmakta ve en yüksek antioksidan aktiviteye 10 dk'lık demlemelerde ulaşılmaktadır ($p<0.01$).

#### 4.2.9.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Gölgede kurutulan leylak çiçeklerinin farklı yöntem ve sürelerde demlenmesiyle elde edilen çaylara ait antioksidan aktivite değerleri Çizelge 4.18'de ve bu değerlere ait varyans analizi EK-16'da verilmiştir. Buna göre, demleme yöntemi ve demleme süresi $p<0.01$ düzeyinde ve ikili interaksiyon $p<0.05$ düzeyinde çayların toplam antioksidan aktiviteleri üzerinde istatiksel olarak etkilidir.

Çayların DPPH antioksidan aktivite değerleri 0.448±0.038-1.528±0.236 mmol TE/ 100 ml arasında değişmekte olup, en düşük değerin mikrodalgada 2 dk demlenen çayda ve en yüksek değerin de mikrodalgada 10 dk demlenen çayda olduğu görülmektedir. İnfüzyon ve mikrodalga yöntemleri sırasıyla ortalama 1.003±0.428 ve 0.975±0.495 mmol TE/ 100 ml ile benzer etki gösterirken, ultrases yöntemi ile demlenen çaylar ortalama 0.714±0.212 mmol TE/ 100 ml ile daha düşük antioksidan aktivite göstermektedir ($p<0.01$). Bununla birlikte, demleme süresi arttıkça çayların

antioksidan aktiviteleri de artmakta ve en yüksek aktiviteye 10 dk'lık demlemelerde ulaşılmaktadır ($p<0.01$).

Hem tepsili kurutucuda hem gölgede kurutulan çiçek çayları için, ikili interaksiyonda, mikrodalga ve infüzyonun benzer sonuçlar verdiği, bununla birlikte, ultrasesin diğer iki yönteme göre daha az etkili olduğu ve ultraseste 10 dakikalık demlenen çayların infüzyon ve mikrodalganın 5 dakikalık demlenen çaylarından bile daha az antioksidan aktivite gösterdiği yine Çizelge 4.17 ve 4.18'de görülmektedir.

Biyoaktif bileşenlerle DPPH antioksidan aktivite arasındaki ilişki incelendiğinde, tepsili kurutucuda kurutulan çiçek çayları için fenolik içerik-antioksidan aktivite arasında r=0.876 ve antosiyanin içerik-antioksidan aktivite arasında r=0.899, gölgede kurutulan çiçek çayları için fenolik içerik-antioksidan aktivite arasında r=0.903 ve antosiyanin içerik-antioksidan aktivite arasında r=0.934 yüksek korelasyon olduğu görülmüştür. Böylece, çayların antioksidan aktiviteleri leylak çiçeğinin demlenmesiyle çaya geçen fenolik ve antosiyanin bileşiklerden ileri geldiği yorumu yapılabilir.

**Çizelge 4.17.** Demleme yöntemi ve süresinin tepsili kurutucuda kurutulmuş leylak çiçeği çaylarının antioksidan aktiviteleri üzerine etkisi*

| | N | **DPPH ** (mmol TE/100 ml)** | **ABTS ** (mmol TE/100 ml)** |
|---|---|---|---|
| ***Demleme Yöntemi (A)*** | | | |
| İnfüzyon | 6 | 1.227±0.375 a | 1.092±0.296 a |
| Mikrodalga | 6 | 1.253±0.506 a | 1.147±0.430 a |
| Ultrases | 6 | 0.936±0.167 b | 0.909±0.162 b |
| ***Demleme süresi (B)*** | | | |
| 2 dak | 6 | 0.738±0.130 c | 0.710±0.101 c |
| 5 dak | 6 | 1.219±0.242 b | 1.092±0.176 b |
| 10 dak | 6 | 1.460±0.314 a | 1.346±0.221 a |
| ***Demleme Yöntemi x Demleme süresi (AxB)*** | | | |
| İnfüzyon- 2dak | 2 | 0.832±0.181 cd | 0.774±0.145 de |
| İnfüzyon- 5dak | 2 | 1.200±0.008 abc | 1.082±0.007 bcd |
| İnfüzyon- 10dak | 2 | 1.649±0.011 a | 1.419±0.026 ab |
| Mikrodalga-2dak | 2 | 0.635±0.037 d | 0.630±0.002 e |
| Mikrodalga- 5dak | 2 | 1.454±0.284 ab | 1.266±0.196 abc |
| Mikrodalga- 10dak | 2 | 1.672±0.006 a | 1.546±0.075 a |
| Ultrases-2 dak | 2 | 0.747±0.108 cd | 0.726±0.091 de |
| Ultrases-5 dak | 2 | 1.003±0.090 bcd | 0.927±0.035 cde |
| Ultrases-10 dak | 2 | 1.058±0.092 bcd | 1.074±0.000 bcd |

*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.
**Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0.05$).

**Çizelge 4.18.** Demleme yöntemi ve süresinin gölgede kurutulmuş leylak çiçeği çaylarının antioksidan aktiviteleri üzerine etkisi*

| | N | **DPPH ** (mmol TE/100 ml)** | **ABTS ** (mmol TE/100 ml)** |
|---|---|---|---|
| ***Demleme Yöntemi (A)*** | | | |
| İnfüzyon | 6 | 1.003±0.428 a | 0.940±0.348 a |
| Mikrodalga | 6 | 0.975±0.495 a | 0.985±0.501 a |
| Ultrases | 6 | 0.714±0.212 b | 0.731±0.178 b |
| ***Demleme süresi (B)*** | | | |
| 2 dak | 6 | 0.481±0.041 c | 0.521±0.033 c |
| 5 dak | 6 | 0.919±0.130 b | 0.881±0.102 b |
| 10 dak | 6 | 1.293±0.345 a | 1.255±0.337 a |
| ***Demleme Yöntemi x Demleme süresi (AxB)*** | | | |
| İnfüzyon- 2dak | 2 | 0.525±0.028 cd | 0.551±0.007 c |
| İnfüzyon- 5dak | 2 | 1.005±0.035 b | 0.940±0.044 bc |
| İnfüzyon- 10dak | 2 | 1.479±0.073 a | 1.328±0.023 ab |
| Mikrodalga-2dak | 2 | 0.448±0.038 d | 0.485±0.021 c |
| Mikrodalga- 5dak | 2 | 0.949±0.048 bc | 0.921±0.016 bc |
| Mikrodalga- 10dak | 2 | 1.528±0.236 a | 1.549±0.331 a |
| Ultrases-2 dak | 2 | 0.469±0.002 d | 0.526±0.019 c |
| Ultrases-5 dak | 2 | 0.803±0.194 bcd | 0.782±0.142 c |
| Ultrases-10 dak | 2 | 0.872±0.011 bcd | 0.886±0.005 bc |

*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.
**Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0.05$).

### 4.2.10. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının ABTS-antioksidan aktivitesi üzerine etkisi

#### 4.2.10.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Tepsili kurutucuda kurutulan leylak çiçeklerinin faklı yöntem ve sürelerde demlenmesiyle elde edilen çaylara ait antioksidan aktivite değerleri Çizelge 4.17'de ve bu değerlere ait varyans analizi EK-15'te verilmiştir. Buna göre, demleme yöntemi ve süresi $p<0.01$ düzeyinde ve ikili interaksiyon $p<0.05$ düzeyinde çayların toplam antioksidan aktiviteleri üzerinde istatiksel olarak etkilidir.

Çayların ABTS antioksidan aktivite değerleri 0.630±0.002-1.546±0.075 mmol TE/ 100 ml arasında değişmekte olup, en düşük değerin mikrodalgada 2 dk demlenen çayda ve en yüksek değerin de mikrodalgada 10 dk demlenen çayda olduğu görülmektedir. İnfüzyon ve mikrodalga yöntemleri sırasıyla ortalama 1.092±0.296 ve 1.147±0.430 mmol TE/ 100 ml ile benzer etki gösterirken, ultrases yöntemi ile demlenen çaylar ortalama 0.909±0.162 mmol TE/ 100 ml ile daha düşük antioksidan aktivite göstermektedir ($p<0.01$). 2 dakika demlenen çaylarda ultrases ve infüzyon mikrodalgadan yüksek ancak birbirine benzer antioksidan aktivite gösterirken, 5 ve 10 dakika demlenen çaylarda mikrodalga yöntemi daha yüksek antioksidan aktivite ile ön

plana çıkmaktadır. Bununla birlikte, demleme süresi arttıkça çayların antioksidan aktiviteleri de artmakta ve en yüksek aktiviteye 10 dk'lık demlemelerde ulaşılmaktadır ($p<0.01$).

#### 4.2.10.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Gölgede kurutulan leylak çiçeklerinin faklı yöntem ve sürelerde demlenmesiyle elde edilen çaylara ait antioksidan aktivite değerleri Çizelge 4.18'de ve bu değerlere ait varyans analizi EK-16'da verilmiştir. Buna göre, demleme süresi $p<0.01$ düzeyinde, demleme yöntemi ve ikili interaksiyon ise $p<0.05$ düzeyinde çayların toplam antioksidan aktiviteleri üzerinde istatiksel olarak etkilidir.

Çayların ABTS antioksidan aktivite değerleri 0.485±0.021- 1.549±0.331 mmol TE/ 100 ml arasında değişmekte olup, en düşük değerin mikrodalgada 2 dk demlenen çayda ve en yüksek değerin de mikrodalgada 10 dk demlenen çayda olduğu görülmektedir. İnfüzyon ve mikrodalga yöntemleri sırasıyla ortalama 0.940±0.348 ve 0.985±0.501 mmol TE/ 100 ml ile benzer etki gösterirken, ultrases yöntemi ile demlenen çaylar ortalama 0.731±0.178 mmol TE/ 100 ml ile daha düşük antioksidan aktivite göstermektedir ($p<0.05$). Bununla birlikte, demleme süresi arttıkça çayların antioksidan aktiviteleri de artmakta ve en yüksek aktiviteye 10 dk'lık demlemelerde ulaşılmaktadır ($p<0.01$).

Hem tepsili kurutucuda hem gölgede kurutulan çiçek çayları için, ikili interaksiyonda, mikrodalga ve infüzyonun benzer sonuçlar verdiği, bununla birlikte, ultrasesin diğer iki yönteme göre daha az etkili olduğu görülmektedir. Ultraseste 2 ve 5 dakikalık demlemeler benzer sonuçlar vermekte, bununla birlikte 10 dakikalık demlenen çayların infüzyon ve mikrodalganın 5 dakikalık demlenen çaylarından bile daha az antioksidan aktivite gösterdiği yine Çizelge 4.17 ve 4.18'de görülmektedir.

Biyoaktif bileşenlerle ABTS antioksidan aktivite arasındaki ilişki incelendiğinde, tepsili kurutucuda kurutulan çiçek çayları için fenolik içerik-antioksidan aktivite arasında $r=0.88$ ve antosiyanin içerik-antioksidan aktivite arasında $r=0.93$, gölgede kurutulan çiçek çayları için fenolik içerik-antioksidan aktivite arasında $r=0.912$ ve antosiyanin içerik-antioksidan aktivite arasında $r=0.922$ yüksek korelasyon olduğu görülmüştür. Böylece, çayların antioksidan aktiviteleri leylak çiçeğinin demlenmesiyle çaya geçen fenolik ve antosiyanin bileşiklerden ileri geldiği yorumu yapılabilir.

Leylak çiçeklerinin metanol ekstratlarının değerlendirildiği bir çalışmada, ekstraktların DPPH ve ABTS antioksidan aktiviteleri sırasıyla SC50: 65.25 ± 2.51 ve 22.71 ± 1.01 μg/mL olarak bulunmuştur (Tóth et al., 2016).

Leylağın (*S. vulgaris*) fenolik profili ile antioksidan aktivitesinin değerlendirildiği bir başka çalışmada ise, DPPH ve ABTS antioksidan aktivite SC50 değerlerinin sırasıyla kurutulmuş leylak yapraklarının metanol ekstratları için 40.61 ± 1.78 ve 12.74 ± 0.75 iken, kurutulmuş köklerinin metanol ekstratları için 25.36 ± 1.12 ve 13.92 ± 0.49 μg/ml olarak bulunmuştur (Varga et al., 2019).

110 farklı bitki çayının yeşil çayın özellikleriyle karşılaştırıldığı çalışmaya göre, bitki çaylarının DPPH ve ABTS antioksidan aktivitelerinin sırasıyla 0–273.43 ve 0.61–287.12 mmol TEAC aralığında olduğu ve leylak çaylarına benzer olarak, 40-50 adet çayın DPPH aktivitesinin 10'dan küçük ve yine 40'a yakınının ABTS değerinin 10'dan küçük olduğu grafiklerde görülmektedir. Bitki çaylarının hemen hepsinin antioksidan aktivitelerinin yeşil çaylardan daha düşük olduğu belirtilmiştir (Jin et al., 2016).

Sakız ağacı (*Pistacia lentiscus* L.) yapraklarıyla yapılan ve mikrodalga destekli ekstraksyionun ultrases ve geleneksel ekstraksiyon yöntemleriyle karşılaştırıldığı çalışmada, yöntem etkinliği bakımından bu çalışmaya benzer olarak, elde edilen ekstraktların antioksidan kapasiteleri, mikrodalga (IC50: 126.19 g GAE/ mL) ve geleneksel yöntem (IC50: 130.59 g GAE/ mL) için karşılaştırılabilir olmakla beraber, ultrasesten (IC50: 189.69±2.18 g GAE / mL) daha yüksek çıkmıştır. Ancak mikrodalganın özellikle geleneksel yönteme kıyasla daha az çözücü kullanımı ve daha kısa ekstraksiyon süresi sağlaması bakımında oldukça avantajlı olduğu, ayrıca mikrodalga ve ultrases yöntemlerinin benzer enerji tüketimine sahip oldukları belirtilmiştir (Dahmoune et al., 2014).

Eruçar (2006)'ın bazı bitkisel çayların fenolik ve antioksidan özelliklerini değerlendirdiği çalışmada, böğürtlen, mürver ve karahindiba infüzyonların ABTS antioksidan değerleri, böğürtlen için 2.47, mürver için 1.29 iken, karahindiba için bu değer 0.17 mM Trolox olarak bulunmuştur.

Akçakaya (2018)'nın bazı bitki çaylarının biyoaktif özelliklerini değerlendirdiği çalışmada, tarçın, ıhlamur (çiçeği ve yaprağı) ile adaçayı (çiçeği ve sapı) örneklerin su ekstraktlarının DPPH antioksidan aktivitelerinin 1.19 – 65.08 μmol Trolox/g arasında değiştiği belirlenmiştir. Örneklerin antioksidan aktivite değerlerinin leylak çaylarından daha düşük olduğu görülmektedir.

Sarı çay üzerine yapılan bir çalışmada, prop ve su banyosu olmak üzere iki farklı ultrases tekniği ile geleneksel yöntem karşılaştırılmış ve en iyi ekstraksiyon performansının ultrases probunun kullanılmasıyla elde edildiği, bunu, geleneksel ekstraksiyonun takip ettiği, ancak en az başarılı olan yöntemin ultrases banyosu olduğu belirlenmiştir. Ayrıca aynı çalışmada, bu çalışmaya benzer olarak, ekstraksiyon süresinin artmasıyla antioksidan aktivitenin de arttığı, en düşük antioksidan aktivite değerleri 3 dakikada iken, en yüksek değerlere 30 dakikada ulaşıldığı belirtilmiştir (Horžić, Jambrak, Belščak-Cvitanović, Komes, & Lelas, 2012).

Taflan bitkisi üzerinde farklı ekstraksiyon tekniklerinin değerlendirildiği çalışmada, bitkinin antioksidan aktiviteleri bakımından yaprak ekstraktlarında mikrodalga, ultrases ve geleneksel yöntemler benzer etki gösterirken, meyve ekstraktlarında mikrodalga ve geleneksel yöntemler benzer etki gösterirmiş ve bunu ultrases izlemiştir. Bununla birlikte, Soxhlet en düşük antioksidan aktivite gösteren metot olarak belirlenmiştir (Karabegović et al., 2014).

Farklı türde çayların biyoaktif ve antioksidan özelliklerinin değerlendirildiği bir çalışmada, her çay için gözlemlenen TPC, TFC, FRAP ve DPPH sonuçlarının, çay çeşidindeki farklılıklar, toprak tipi, yetiştirme yüksekliği, hasat sonrası depolama, işleme koşulları ve ontogenetik etkiler nedeniyle farklılık gösterebildiği vurgulanmıştır (Shannon, Jaiswal, & Abu-Ghannam, 2018).

### 4.2.11. Farklı demleme yöntemi ve süresinin leylak çiçeği çayının mineral madde içerikleri üzerine etkisi

#### 4.2.11.1. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Tepsili kurutucuda kurutulan leylak çiçeklerinin faklı yöntem ve sürelerde demlenmesiyle elde edilen çaylara ait mikro mineral (B, Cu, Fe, Mn ve Zn) sonuçları Çizelge 4.19'da ve makro mineral (Ca, K, Mg, P ve S) sonuçları Çizelge 4.20'de, bu değerlere ait varyans analizleri ise EK-17 ve EK-18'de verilmiştir. Buna göre Ca mineraline demleme süresi ($p<0.01$) ve demleme yöntemi ($p<0.05$), K mineraline demleme süresi ($p<0.01$) ve interaksiyon ($p<0.05$), S mineraline sadece demleme süresi ($p<0.01$) etki ederken, Mg ve P minerallerine demleme yöntemi ($p<0.01$), süresi ($p<0.01$) ve interaksiyon ($p<0.05$) birlikte etki etmektedir. Mikro mineraller için ise, B mineraline demleme yöntemi ($p<0.01$) ve demleme süresi ($p<0.01$), Cu mineraline sadece ikili interaksiyon ($p<0.05$), Fe ve Zn minerallerine sadece demleme süresi

($p<0.05$) ve Mn mineraline demleme yöntemi ($p<0.05$), süresi ($p<0.01$) ve ikili interaksiyon ($p<0.01$) birlikte etki etmektedir.

Makro minerallerden leylak çaylarına en fazla geçiş K minerali olmakla birlikte bunu sırasıyla P, S ve Ca izlemiş, en düşük mineral geçişi ise Mg mineralinde olmuştur. Leylak çaylarına geçen Ca minerali 0.232±0.012 (mikrodalgada 2 dk demlenen çayda) ile 0.378±0.005 (mikrodalgada 10 dk demlenen çayda) mg/100 ml arasında, K minerali 8.822±0.687 (infüzyonla 2 dk demlenen çayda) ile 17.698±0.084 (mikrodalgada 10 dk demlenen çayda) mg/100 ml arasında, Mg minerali 0.097±0.009 (ultraseste 2 dk demlenen çayda) ile 0.226±0.004 (infüzyonla 10 dk demlenen çayda) mg/100 ml arasında, P minerali 0.798±0.040 (infüzyonla 2 dk demlenen çayda) ile 1.711±0.011 (mikrodalgada 10 dk demlenen çayda) mg/100 ml arasında ve S minerali 0.354±0.001 (mikrodalgada 2 dk demlenen çayda) ile 0.620±0.004 (mikrodalgada 10 dk demlenen çayda) mg/100 ml arasında değişmektedir. K ve S minerallerinde demleme yöntemi herhangi bir etki göstermezken, Ca, Mg ve P minerallerinde ultrases yöntemi en düşük geçişi verirken, mikrodalga daha yüksek mineral madde miktarı ile ön plana çıkmaktadır. Bununla birlikte, demleme süresi arttıkça leylak çaylarına geçen makro mineral miktarı artmakta, 2 dakikalık demlemede en düşük mineral geçişi gözlenirken, 10 dakikalık demleme en yüksek mineral geçişini vermiştir.

Mikro minerallerden Zn leylak çaylarına en fazla miktarda geçen mineral iken, çaylarda en düşük mikro mineral Cu olmuştur. Leylak çaylarına geçen B minerali 0.033±0.005 (ultraseste 2 dk demlenen çayda) ile 0.060±0.00 (infüzyonla 10 dk demlenen çayda) mg/100 ml arasında, Cu minerali 0.0015±0.001 (infüzyonla 2 dk demlenen çayda) ile 0.0035±0.001 (mikrodalgada 10 dk demlenen çayda) mg/100 ml arasında, Fe minerali 0.0025±0.001 (infüzyonla 2 dk demlenen çayda) ile 0.005±0.001 (infüzyonla 5 dk demlenen çayda) mg/100 ml arasında, Mn minerali 0.002±0.00 (mikrodalgada 2 dk demlenen çayda) ile 0.005±0.00 (infüzyon ve mikrodalgada 10 dk demlenen çaylarda) mg/100 ml arasında ve Zn minerali 0.010±0.00 (ultraseste 5 dk demlenen çayda) ile 0.0210±0.002 (mikrodalgada 10 dk demlenen çayda) mg/100 ml arasında değişmektedir. Cu, Fe ve Zn minerallerinde demleme yöntemleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememekle birlikte, B ve Mn minerallerinde ultrases en düşük mineral miktarını verirken, infüzyonda demlenen çaylarda daha yüksek miktarda geçiş olduğu görülmektedir. Demleme süresi Cu minerali üzerine etkili olmazken, çayların 2 dakikalık demlemelerde daha düşük miktarlarda B, Fe ve Mn minerallerini içerdiği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.19.** Demleme yöntemi ve süresinin tepsili kurutucuda kurutulmuş leylak çiçeği çaylarının mikro mineraller üzerine etkisi (mg/100 ml)*

| | N | B** | Cu** | Fe** | Mn** | Zn** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Demleme Yöntemi (A)*** | | | | | | |
| İnfüzyon | 6 | 0.051±0.0089 a | 0.0020±0.0008 | 0.004±0.0014 | 0.0038±0.0012 a | 0.0148±0.0034 |
| Mikrodalga | 6 | 0.047±0.0089 a | 0.0025±0.0008 | 0.0038±0.0008 | 0.0037±0.0014 ab | 0.0155±0.0043 |
| Ultrases | 6 | 0.037±0.0068 b | 0.0025±0.001 | 0.0033±0.0008 | 0.0032±0.0004 b | 0.0128±0.0043 |
| ***Demleme süresi (B)*** | | | | | | |
| 2 dak | 6 | 0.037±0.0049 b | 0.0023±0.001 | 0.003±0.0006 b | 0.0025±0.0005 c | 0.013±0.0025 ab |
| 5 dak | 6 | 0.047±0.0057 a | 0.002±0.00 | 0.0043±0.0008 a | 0.0037±0.0005 b | 0.012±0.0023 b |
| 10 dak | 6 | 0.051±0.0123 a | 0.0028±0.001 | 0.0038±0.0012 ab | 0.0045±0.0008 a | 0.0175±0.0049 a |
| ***Demleme Yöntemi x Demleme süresi (AxB)*** | | | | | | |
| İnfüzyon- 2dak | 2 | 0.042±0.004abc | 0.0015±0.001 | 0.0025±0.001 | 0.0025±0.001 cd | 0.0125±0.002 |
| İnfüzyon- 5dak | 2 | 0.053±0.006 ab | 0.002±0.000 | 0.005±0.001 | 0.004±0.000 ab | 0.0125±0.000 |
| İnfüzyon- 10dak | 2 | 0.060±0.000 a | 0.003±0.000 | 0.0045±0.001 | 0.005±0.000 a | 0.019±0.001 |
| Mikrodalga-2dak | 2 | 0.037±0.001 bc | 0.002±0.000 | 0.003±0.000 | 0.002±0.000 d | 0.012±0.000 |
| Mikrodalga- 5dak | 2 | 0.046±0.003 abc | 0.002±0.000 | 0.004±0.000 | 0.004±0.000 ab | 0.014±0.003 |
| Mikrodalga- 10dak | 2 | 0.057±0.002 a | 0.0035±0.001 | 0.0045±0.001 | 0.005±0.000 a | 0.021±0.002 |
| Ultrases-2 dak | 2 | 0.033±0.005 c | 0.0035±0.001 | 0.0035±0.001 | 0.003±0.000 bcd | 0.0155±0.004 |
| Ultrases-5 dak | 2 | 0.042±0.000 abc | 0.002±0.000 | 0.0040±0.000 | 0.003±0.000 bcd | 0.010±0.000 |
| Ultrases-10 dak | 2 | 0.037±0.011 bc | 0.002±0.001 | 0.0025±0.001 | 0.0035±0.001 bcd | 0.013±0.007 |

*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

**Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0.05$).

**Çizelge 4.20.** Demleme yöntemi ve süresinin tepsili kurutucuda kurutulmuş leylak çiçeği çaylarının makro mineraller üzerine etkisi (mg/100 ml)*

| | N | **Ca**** | **K**** | **Mg**** | **P**** | **S**** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Demleme Yöntemi (A)*** | | | | | | |
| İnfüzyon | 6 | 0.297±0.0458 ab | 13.447±3.9566 | 0.162±0.0563 a | 1.178±0.3403 ab | 0.491±0.1080 |
| Mikrodalga | 6 | 0.317±0.0682 a | 13.422±3.7718 | 0.153±0.0590 a | 1.280±0.3912 a | 0.492±0.1195 |
| Ultrases | 6 | 0.259±0.0426 b | 11.635±2.2534 | 0.120±0.0299 b | 0.996±0.2140 b | 0.438±0.0727 |
| ***Demleme süresi (B)*** | | | | | | |
| 2 dak | 6 | 0.244±0.0254 b | 9.245±0.5766 c | 0.095±0.0079 c | 0.814±0.0329 c | 0.367±0.0165 c |
| 5 dak | 6 | 0.299±0.0326 a | 13.437±0.5513 b | 0.148±0.0114 b | 1.187±0.0965 b | 0.489±0.0145 b |
| 10 dak | 6 | 0.330±0.0655 a | 15.821±3.2122 a | 0.191±0.0545 a | 1.452±0.3276 a | 0.565±0.0961 a |
| ***Demleme Yöntemi x Demleme süresi (AxB)*** | | | | | | |
| İnfüzyon- 2dak | 2 | 0.261±0.042 ab | 8.822±0.687 c | 0.100±0.007 c | 0.798±0.040 d | 0.372±0.024 b |
| İnfüzyon- 5dak | 2 | 0.280±0.003 ab | 13.957±0.552 ab | 0.160±0.002 abc | 1.181±0.059 bcd | 0.489±0.003 ab |
| İnfüzyon- 10dak | 2 | 0.350±0.001 ab | 17.562±0.573 a | 0.226±0.004 a | 1.556±0.007 ab | 0.612±0.011 a |
| Mikrodalga-2dak | 2 | 0.232±0.012 b | 9.278±0.127 bc | 0.089±0.007 c | 0.837±0.016 cd | 0.354±0.001 b |
| Mikrodalga- 5dak | 2 | 0.341±0.000 ab | 13.290±0.413 abc | 0.151±0.002 bc | 1.292±0.037 abc | 0.503±0.018 ab |
| Mikrodalga- 10dak | 2 | 0.378±0.005 a | 17.698±0.084 a | 0.221±0.005 ab | 1.711±0.011 a | 0.620±0.004 a |
| Ultrases-2 dak | 2 | 0.239±0.021 b | 9.637±0.712 bc | 0.097±0.009 c | 0.808±0.043 d | 0.376±0.015 b |
| Ultrases-5 dak | 2 | 0.276±0.003 ab | 13.064±0.427 abc | 0.135±0.000 c | 1.088±0.006 bcd | 0.476±0.002 ab |
| Ultrases-10 dak | 2 | 0.263±0.085 ab | 12.204±3.461 bc | 0.128±0.052 c | 1.091±0.348 bcd | 0.462±0.120 ab |

*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

**Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0.05$).

#### 4.2.11.2. Gölgede kurutulan çiçeklerin çayları için değerlendirme

Gölgede kurutulan leylak çiçeklerinin faklı yöntem ve sürelerde demlenmesiyle elde edilen çaylara ait mikro mineral (B, Cu, Fe, Mn ve Zn) sonuçları Çizelge 4.21'de, makro mineral (Ca, K, Mg, P ve S) sonuçları Çizelge 4.22'de ve bu değerlere ait varyans analizi EK-19 ve EK-20'de verilmiştir. Buna göre Ca mineraline demleme süresi ($p<0.01$) ve demleme yöntemi ($p<0.05$), S mineraline demleme yöntemi ($p<0.01$) ve süresi ($p<0.01$) etki ederken, K, Mg ve P minerallerine demleme yöntemi ($p<0.01$), demleme süresi ($p<0.01$) ve interaksiyon ($p<0.01$) birlikte etki etmektedir. Mikro mineraller için ise, B mineraline demleme yöntemi ($p<0.01$) ve demleme süresi ($p<0.01$), Fe mineraline demleme yöntemi ($p<0.01$) ve demleme süresi ($p<0.05$), Mn mineraline demleme yöntemi ($p<0.05$), süresi ($p<0.01$) ve ikili interaksiyon ($p<0.05$), Zn minerallerine sadece demleme yöntemi ($p<0.05$) etki ederken, Cu mineraline demleme yöntemi ve süresinin anlamlı bir etkisi olmamıştır.

Makro minerallerden leylak çaylarına en fazla geçiş K minerali olmakla birlikte bunu sırasıyla P, S ve Ca izlemiş, en düşük mineral geçişi ise Mg mineralinde olmuştur. Leylak çaylarına geçen Ca minerali 0.233±0.037 (ultraseste 2 dk demlenen çayda) ile 0.393±0.013 (mikrodalgada 10 dk demlenen çayda) mg/100 ml arasında, K minerali 7.989±0.903 (mikrodalgada 2 dk demlenen çayda) ile 16.543±1.068 ve 16.542±0.366 (infüzyon ve mikrodalgada 10 dk demlenen çaylarda) mg/100 ml arasında, Mg minerali 0.088±0.003 (mikrodalgada 2 dk demlenen çayda) ile 0.234±0.001 (mikrodalgada 10 dk demlenen çayda) mg/100 ml arasında, P minerali 0.725±0.007 (ultraseste 2 dk demlenen çayda) ile 1.593±0.032 (mikrodalgada 10 dk demlenen çayda) mg/100 ml arasında ve S minerali 0.365±0.028 (ultrseste 2 dk demlenen çayda) ile 0.638±0.002 (mikrodalgada 10 dk demlenen çayda) mg/100 ml arasında değişmektedir. Makro mineraller üzerinde ultrases yöntemi ile demlenen çayların mineral madde miktarları daha düşükken, mikrodalga ve infüzyon ile demlenen çaylar ultrasese göre daha yüksek ancak birbirine de yakın sonuçlar vermiştir. Bununla birlikte, demleme süresi arttıkça leylak çaylarına geçen makro mineral miktarı artmakta, 2 dakikalık demlemede en düşük mineral madde miktarı gözlenirken, 10 dakikalık demleme en yüksek mineral madde miktarını vermiştir.

Mikro minerallerden leylak çaylarına en fazla geçiş Zn minerali iken, en düşük geçiş Cu mineralinde olmuştur. Leylak çaylarına geçen B minerali 0.03±0.003 (ultrasesle 2 dk demlenen çayda) ile 0.06±0.005 (mikrodalgada 10 dk demlenen çayda) mg/100 ml arasında, Cu minerali 0.0015±0.001 (ultrasesle demlenen çaylarda) ile

0.0035±0.001 (mikrodalgada 10 dk demlenen çayda) mg/100 ml arasında, Fe minerali 0.0025±0.001 (mikrodalgada 2 dk demlenen çayda) ile 0.0050±0.00 (infüzyonla 10 dk demlenen çayda) mg/100 ml arasında, Mn minerali 0.002±0.00 (mikrodalgada 2 dk demlenen çayda) ile 0.006±0.00 (mikrodalgada 10 dk demlenen çayda) mg/100 ml arasında ve Zn minerali 0.009±0.001 (ultraseste 5 dk demlenen çayda) ile 0.0196±0.001 (mikrodalgada 10 dk demlenen çayda) mg/100 ml arasında değişmektedir. Demleme yöntemi bakımından, Cu mineralinde yöntemler arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemesine rağmen, Fe ve Mn minerallerinde infüzyon en yüksek geçişi verirken, Zn mineralinde en yüksek geçiş mikrodalgada demlenen çaylarda olmuştur. Bununla birlikte, mikro mineral geçişinde ultrases demleme en az geçişi vermiştir. Yine Cu ve Zn minerallerinde demleme süreleri arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemesine rağmen, diğer mikro minerallerde demleme süresi arttıkça çaya geçen mineral madde miktarı artmış ve en yüksek geçiş 10 dakikalık demlemelerde elde edilmiştir.

Kekik (*Thymus vulgaris* L.), nane (*Mentha piperita*), sinameki (*Cassia angustifolia*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*), rezene (*Foeniculum vulgare*), papatya (*Matricaria chamomilla*), ıhlamur (*Tilia vulgaris*), adaçayı (*Salvia officinalis*), yeşilçay (*Camellia sinensis*) ve ısırgan otu (*Urtica dioical*) bitki çaylarının mineral madde içeriklerinin (Zn, Mn, Na, K, Cu, Ca, Fe, Mg ve P) araştırıldığı çalışmada, bitki çaylarının mineral madde içeriklerinin geniş bir aralıkta değişkenlik gösterdiği belirlenmiş olmakla birlikte, bu çalışmaya benzer olarak, çayların en çok K ve P minerallerini ve en az Mn ve Cu minerallerini içerdiği verilen tablolarda görülmektedir. Leylak çayının özellikle K, Ca ve P mineral miktarları çalışmada kullanılan birçok çaydan daha yüksektir (Nakilcioğlu-Taş, 2019).

Papatya (*Matricaria chammomile* L.), rezene (*Foeniculum vulgare*), ıhlamur (*Tilia vulgaris*), ısırgan otu (*Urtica dioical*), kuşburnu (*Fr.Rosa caninae*), adaçayı (*Salvia officinalis*) ve sinameki çayı (*Cassia anqustifolia*) üzerine yapılan bir çalışmada ise, 14 mineral ve iz element analizi yapılmış ve bitkilerin ve infüzyonların mineral madde ve iz element içeriklerinin geniş bir değişkenlik aralığı gösterdiği belirlenmiştir (Başgel & Erdemoğlu, 2006). Ancak sonuçlar leylak çaylarıyla kıyaslandığında, çalışmadaki infüzyonların leylak çaylarından oldukça yüksek miktarda mineral madde ve iz element içerdikleri de görülmektedir.

9 farklı bitki çayının mineral içeriklerinin değerlendirildiği çalışmada, bitkilerin makro elementler bakımından en çok Ca (0.76-7.33 mg/100 ml) ve Mg (1.12-2.89 mg/100 ml) mineralleri ile en düşük Na (0.24-0.72 mg/100 ml) içeriğine, mikro

minerallerden ise en çok Mn (0.089-0.332 mg/100 ml) ve en düşük Cu (0.001-0.007 mg/100 ml) mineral içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir (Samolińska et al., 2017). Bu anlamda ilgili çalışmada kullanılan bitki çaylarının mineral madde içeriklerinin leylak çayları ile farklılık gösterdiği görülmektedir.

10 farklı ticari çayın infüzyonlarının mineral içeriklerinin değerlendirildiği çalışmada, infüzyonların makro elementler bakımından en çok K (0.68-58.95 mg/236 ml), en düşük Na (0.72-1.88 mg/236 ml) içeriğine, mikro minerallerden ise en çok Mn (5.00- 585.6 mg/236 ml) ve en düşük Cu (2.50- 21.50 µg/236 ml) mineral içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir (Gallaher et al., 2006).

Geleneksel çaylar (siyah ve yeşil çay) ile beş farklı bitki çayının mineral içeriklerinin değerlendirildiği çalışmada, çayların farklı oranlarda Ca, Mg, K, Na, P, S, Mn, Zn, Fe, Cu and Al minerallerini içerdikleri belirlenmiştir (Olivier et al., 2012). Çalışmada kullanılan çayların Mg, Cu, Fe ve Mn mineralleri genel olarak leylak çayından yüksek olmakla birlikte, bazı çayların K, Ca, P ve Zn mineral içeriklerinin leylak çayı ile benzerlik gösterdikleri verilen tablolarda görülmektedir.

Çay yaprakları arasındaki mineral profil farklılıkları, yetiştirildikleri toprak türü, iklim, rakım, gübre uygulaması gibi yetiştirme prosedürleri ile bitki türleri arasındaki genetik farklılıklara bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (Olivier et al., 2012).

**Çizelge 4.21.** Demleme yöntemi ve süresinin gölgede kurutulmuş leylak çiçeği çaylarının mikro mineraller üzerine etkisi (mg/100 ml)*

| | N | B** | Cu** | Fe** | Mn** | Zn** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Demleme Yöntemi (A)*** | | | | | | |
| İnfüzyon | 6 | 0.044±0.0062 a | 0.0023±0.0008 | 0.0043±0.0008 a | 0.0043±0.0012 a | 0.0147±0.0020 ab |
| Mikrodalga | 6 | 0.047±0.0118 a | 0.0025±0.0008 | 0.0033±0.0008 b | 0.004±0.0018 ab | 0.0155±0.0034 a |
| Ultrases | 6 | 0.033±0.0033 b | 0.0015±0.0005 | 0.0032±0.0004 b | 0.0033±0.0008 b | 0.0105±0.0036 b |
| ***Demleme süresi (B)*** | | | | | | |
| 2 dak | 6 | 0.034±0.0036 c | 0.0022±0.0010 | 0.003±0.0006 b | 0.0025±0.0005 c | 0.0128±0.0037 |
| 5 dak | 6 | 0.042±0.0077 b | 0.0018±0.0004 | 0.0037±0.0008 ab | 0.004±0.0006 b | 0.0123±0.0027 |
| 10 dak | 6 | 0.0487±0.0109 a | 0.0023±0.0010 | 0.0042±0.0008 a | 0.0052±0.0010 a | 0.0155±0.0042 |
| ***Demleme Yöntemi x Demleme süresi (AxB)*** | | | | | | |
| İnfüzyon- 2dak | 2 | 0.037±0.001 bc | 0.003±0.001 | 0.0035±0.001 ab | 0.003±0.000 cde | 0.014±0.003 |
| İnfüzyon- 5dak | 2 | 0.046±0.002 abc | 0.002±0.000 | 0.0045±0.001 ab | 0.0045±0.001 abc | 0.0135±0.001 |
| İnfüzyon- 10dak | 2 | 0.051±0.001 ab | 0.002±0.000 | 0.005±0.000 a | 0.0055±0.001 ab | 0.0166±0.001 |
| Mikrodalga-2dak | 2 | 0.036±0.001 bc | 0.002±0.000 | 0.0025±0.001 b | 0.002±0.000 e | 0.0125±0.002 |
| Mikrodalga- 5dak | 2 | 0.046±0.010 abc | 0.002±0.000 | 0.0035±0.001 ab | 0.004±0.000 bcd | 0.0145±0.001 |
| Mikrodalga- 10dak | 2 | 0.060±0.005 a | 0.0035±0.001 | 0.004±0.000 ab | 0.006±0.000 a | 0.0196±0.001 |
| Ultrases-2 dak | 2 | 0.030±0.003 c | 0.0015±0.001 | 0.003±0.000 ab | 0.025±0.001 de | 0.012±0.007 |
| Ultrases-5 dak | 2 | 0.034±0.003 c | 0.0015±0.001 | 0.003±0.000 ab | 0.0035±0.001 cde | 0.009±0.001 |
| Ultrases-10 dak | 2 | 0.036±0.001 bc | 0.0015±0.001 | 0.0035±0.001 ab | 0.004±0.000 bcd | 0.011±0.002 |

*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

**Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0.05$).

**Çizelge 4.22.** Demleme yöntemi ve süresinin gölgede kurutulmuş leylak çiçeği çaylarının makro mineraller üzerine etkisi (mg/100 ml)*

| | N | **Ca**** | **K**** | **Mg**** | **P**** | **S**** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Demleme Yöntemi (A)*** | | | | | | |
| İnfüzyon | 6 | 0.330±0.0592 a | 12.640±3.6843 a | 0.172±0.0526 a | 1.107±0.2943 a | 0.519±0.1002 a |
| Mikrodalga | 6 | 0.321±0.0658 ab | 12.252±3.8539 a | 0.160±0.0652 a | 1.163±0.3822 a | 0.496±0.1229 a |
| Ultrases | 6 | 0.274±0.0456 b | 10.723±1.9428 b | 0.126±0.0230 b | 0.934±0.1793 b | 0437±0.0663 b |
| ***Demleme süresi (B)*** | | | | | | |
| 2 dak | 6 | 0.250±0.0228 b | 8.296±0.5136 c | 0.099±0.0112 c | 0.747±0.0265 c | 0.379±0.0248 c |
| 5 dak | 6 | 0.314±0.0334 a | 12.031±0.9676 b | 0.156±0.0213 b | 1.080±0.1012 b | 0.488±0.0442 b |
| 10 dak | 6 | 0.361±0.0535 a | 15.287±2.0242 a | 0.202±0.0447 a | 1.377±0.2223 a | 0.585±0.0762 a |
| ***Demleme Yöntemi x Demleme süresi (AxB)*** | | | | | | |
| İnfüzyon- 2dak | 2 | 0.267±0.009 bc | 8.417±0.464 c | 0.112±0.001 def | 0.774±0.008 cd | 0.406±0.001 cd |
| İnfüzyon- 5dak | 2 | 0.334±0.009 abc | 12.961±0.426 b | 0.178±0.003 b | 1.131±0.025 b | 0.532±0.027 abcd |
| İnfüzyon- 10dak | 2 | 0.389±0.050 ab | 16.543±1.068 a | 0.227±0.025 a | 1.416±0.136 a | 0.619±0.062 ab |
| Mikrodalga-2dak | 2 | 0.249±0.005 c | 7.989±0.903 c | 0.088±0.003 f | 0.741±0.031 d | 0.367±0.011 d |
| Mikrodalga- 5dak | 2 | 0.321±0.026 abc | 12.226±0.396 b | 0.158±0.010 bc | 1.155±0.054 b | 0.483±0.037 cd |
| Mikrodalga- 10dak | 2 | 0.393±0.013 a | 16.542±0.366 a | 0.234±0.001 a | 1.593±0.032 a | 0.638±0.002 a |
| Ultrases-2 dak | 2 | 0.233±0.037 c | 8.483±0.006 c | 0.098±0.006 ef | 0.725±0.007 d | 0.365±0.028 d |
| Ultrases-5 dak | 2 | 0.288±0.051 abc | 10.907±0.103 b | 0.133±0.009 cde | 0.955±0.013 bc | 0.448±0.023 cd |
| Ultrases-10 dak | 2 | 0.302±0.034 abc | 12.778±0.562 b | 0.147±0.006 bcd | 1.122±0.040 b | 0.499±0.050 bcd |

*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

**Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0.05$).

Bitki çayları ve ekstraksiyon yöntemleri ile ilgili yapılan çalışmalar literatürde farklılık gösterebilmektedir. Kullanılan çözücü, uygulanan ekstraksiyon protokolleri ve tedarik kaynağı çaylardaki nispi bileşik miktarında farklılıklar oluşturmaktadır (Unachukwu et al., 2010). Çözücü ile hedef bileşenler arasındaki etkileşimde ise, çözücü özellikleri, hammaddelerin partikül boyutu, çözücü/katı oranı, ekstraksiyon sıcaklığı ve süresi gibi parametreler difüzivite ve çözünürlüğü, dolayısıyla ekstraksiyon verimini etkilemektedir (Q.-W. Zhang et al., 2018).

Partikül boyutu bakımından literatürdeki bazı çalışmalarda materyaller öğütülerek kullanılmıştır. Öğütme ile numunelerin parçacık boyutu düşürülerek daha homojen ve daha küçük/ince partiküllü bir yapı elde edilir; bu da numune ve ekstraksiyon çözücüsü arasındaki yüzey temasını artırır (Azwanida, 2015; Jovanović et al., 2017). Çözücünün penetrasyonu ve çözünen maddelerin difüzyonunun artmasıyla da ekstraksiyon verimliliği artar. Ancak çok ince partikül boyutu, katı içinde çözünen maddenin aşırı absorpsiyonuna ve sonraki filtrasyon aşamasının zorluğuna mal olacaktır (Jovanović et al., 2017; Q.-W. Zhang et al., 2018). Çaylar da, demlendikten sonra etkin bir şekilde süzülmeleri ve böylelikle berrak bir görünüm kazanmaları amacıyla çoğunlukla yapraklı olarak demlenir. Dolayısıyla, çay tüketimine uygun olması bakımından leylak çayları da hazırlanırken, leylak öğütülmeden, doğrudan çiçek kısımları kullanılarak demlenmiştir.

Ekstraksiyon verimine etki eden önemli bir diğer faktör sıcaklıktır. Çünkü yüksek sıcaklıkta ekstraksiyon, solventin yüzey gerilimini ve solvent viskozitesini düşürerek çözünen maddenin difüzyon katsayısını ve çözünürlüğü artırarak polifenollerin ekstraksiyon verimini artırmaktadır. Bununla birlikte, aşırı sıcaklıklarda, polifenollerin bozunması nedeniyle ekstraksiyon verimi düşebilmektedir (Algan Cavuldak, Vural, Akay, & Anlı, 2019).

Ekstraksiyon süresi açısından ise, genel bir kural olarak, ekstraksyon doygunluğuna ulaşılıncaya kadar, geri kazanımlar ekstraksiyon süresinin artmasıyla artar. Ancak belli bir süreden sonra biyoaktif bileşiklerde parçalanma ya da bozunma, buna bağlı olarak da toplam madde miktarında azalma riski oluşmaktadır (Barbero et al., 2008; Sánchez-Camargo et al., 2020). Bu çalışma kapsamında, ekstraksiyonun tamamlanmasını ve daha fazla madde geçişini sağlamak için, daha fazla sayıda farklı sürelerde demlemeye devam edilebilir. Ancak bu çalışma için en etkili süre 10 dakikalık demleme süresidir.

Literatürdeki farklı çalışmalarda ekstraksiyon yöntemleri karşılaştırıldığında yine birbirinden farklı sonuçlara rastlanmaktadır. Ekstraksiyon çözücüsü, ekstraksiyon sıcaklığı ya da süresi gibi parametrelerin yanı sıra, ekstraksiyonda kullanılan yöntemin uygulama koşulları da verime etki etmektedir.

Örneğin, mikrodalga uygulamalarında gücü artırarak verimi artırmak mümkündür; bununla birlikte, sıcaklıkta olduğu gibi, yüksek güç uygulaması bazı bileşiklerin bozulmasına neden olabilir. Bu nedenle, bozulmamış fenolik bileşikler içeren bir bitki özü elde etmek için nispeten düşük güçler (180-600 W) kullanılır (Sánchez-Camargo et al., 2020). Bununla birlikte, bu çalışmada mikrodalga gücü min ayarda (90W) olmasına rağmen, infüzyona benzer sonuçlar vermiş, hatta bazı analizlerde daha iyi sonuçlar verdiği dahi görülmüştür. Mikrodalga gücü, enerji giderleri de göz önünde bulundurulacak şekilde optimize edilerek, leylak çayından daha yüksek biyoaktif özellik kazanılabilir.

Yine literatürdeki çalışmalar karşılaştırıldığında, ultrasesin farklı frekans ve güç ayarlarında kullanıldığı görülmektedir. Bu da yine çalışmalar arasındaki farklılıklara etki eden parametrelerden biridir. Bunun yanı sıra, çalışmamızda ultrasesin mikrodalga ve infüzyona kıyasla daha az etkili olmasının sebebi, demleme süresince kullanılan ultrases su banyosunun oda sıcaklığında olmasından ötürü zamanla çayların sıcaklığının düşmesi olabilir. Çünkü çaylar her üç yöntemde de 90 $^{o}$C sabit sıcaklıkta demlenmiş, ancak infüzyonda ve mikrodalgada bu sıcaklık korunmuş (hatta mikrodalga uygulamasında sıcaklık bir miktar artmış bile olabilir) ama ultrases su banyosunun oda sıcaklığında olması başlangıç sıcaklıklarının, dolayısıyla ekstraksiyon veriminin de düşmesine sebep olmuş olabilir. Çalışmamızda ultrases uygulamasında 5 ile 10 dk demlenen çayların sonuçlarının genellikle birbirine yakın olması da yine bununla açıklanabilir.

# 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

## 5.1. Sonuçlar

Çalışmada kullanılan leylak çiçeği tepsili kurutucu ve gölge olmak üzere iki farklı yöntemle kurutulmuş ve kurutmanın etkisi değerlendirilmiştir. Buna göre, genel olarak tepsili kurutucuda ve gölgede kurutma birbirine benzer sonuçlar vermiş olmakla birlikte, kurutma sonrası çiçeğin *b** değeri ile DPPH antioksidan aktivitesi ve mineral kompozisyonunun gölgede kurutulan çiçeklerde daha iyi olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca gölgede kurutulan leylak çiçeklerin kuru ağırlıkta %1.99'unun, tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin ise, %1.87'sinin toplam fenolik madde olduğu tespit edilmiştir.

Leylak bitkisinin çay olarak değerlendirilmesinde ise, infüzyona alternatif olarak mikrodalga ve ultrases destekli demleme yöntemleri kullanılmıştır. Demleme süresinin etkinliğini de değerlendirmek için çaylar 2, 5 ve 10 dk süresince demlenmiştir. Çalışma kapsamında leylak çaylarının renk, brix, pH, asitlik ve bulanıklık değerleri, biyoaktif özellikleri (fenolik ve monomerik antosiyanin içerikleri ile antioksidan aktivitesi) ile mineral ve fenolik kompozisyonu değerlendirilmiştir. Genel olarak demleme yöntemi ve süresi, pH ve bulanıklık değerleri dışında, çayların biyoaktif özellikleri üzerinde etkili olmuştur ($p<0.05$).

Bu anlamda, tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çaylarında, özellikle yöntem ve süre interaksiyonu birlikte değerlendirildiğinde, toplam fenolik madde miktarı ile bazı mineral (B, Mn ve Mg minerallerinde) ve fenolik profillerinde (oleuropein ve klorojenik asit) infüzyon; brix, monomerik antosiyanin, antioksidan aktivite ile bazı mineral (Ca ve P minerallerinde) profillerinde mikrodalganın daha etkili olduğu görülmektedir. Gölgede kurutulan çiçeklerin çaylarında ise, yine yöntem ve süre interaksiyonu birlikte değerlendirildiğinde, renk değerlerinde, DPPH antioksidan aktivitede ve bazı mineral (Fe, Mn ve Ca minerallerinde) profillerinde infüzyon; brix, bulanıklık, monomerik antosiyanin ve ABTS antioksidan aktivite ile bazı fenolik profillerde (gentisik ve ferulik asit) mikrodalga ve yüzde asitlik bakımından ultrasesin daha etkili olduğu görülmektedir. Bunun dışında, mikrodalga ve infüzyon yöntemleri çoğunlukla birbirine yakın sonuçlar vermiş, ancak ultrases bu iki yöntemden daha etkisiz kalmıştır. Çayların demlenme süresi çayın fizikokimyasal ve biyoaktif özellikleri üzerine anlamlı bir şekilde etki etmiş, 10 dk demlemede en yüksek ekstraksiyon verimi elde edilmiştir.

Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çaylarının 100 ml'de, demleme süresine bağlı olarak, 4.813-20.465 mg aralığında, gölgede kurutulan çiçeklerin çaylarının ise 4.030-16.096 mg aralığında toplam fenolik madde içerdiği belirlenmiştir. Fenolik profilleri bakımından ise, çayların farklı oranlarda oleuropein, kamferol-3-glikozit, gentisik asit, klorojenik asit, kafeik asit, ferulik asit ve rosmarinik asit fenollerini içerdiği belirlenmiştir. Tepsili kurutucuda kurutulan çiçeklerin çaylarının 100 ml'de, DDPH ve ABTS antioksidan kapasiteleri sırasıyla 0.609-1.667 ve 0.628-1.599 mmol TE aralığında değiştiği, gölgede kurutulan çiçeklerin çaylarında ise bu değerlerin sırasıyla DPPH için 0.422-1.531 ve ABTS için 0.470-1.784 mmol TE aralığında değiştiği belirlenmiştir.

## 5.2. Öneriler

Yenilebilir çiçeklerden biri olan leylak çiçeği, içerdiği fitokimyasallardan ve gösterdiği antioksidan aktiviteden ötürü sağlıklı yaşamı destekleyecek nitelikte bitki çayı olarak değerlendirilebilir.

Bitki çayı demlemede ise, infüzyona alternatif olarak mikrodalga ile demleme kullanılabilir. Bununla birlikte, bu çalışma kapsamında 10 dk demleme süresi leylak çayı için ideal olarak belirlenmiştir.

**KAYNAKLAR**


Agency, E. M. (2010). Glossary on herbal teas. Retrieved from www.ema.europa.eu

Akbulut, M., & Coklar, H. (2008). Physicochemical and rheological properties of sesame pastes (tahin) processed from hulled and unhulled roasted sesame seeds and their blends at various levels. *Journal of Food Process Engineering, 31*(4), 488-502.

Akbulut, M., Çalışır, S., Marakoğlu, T., & Çoklar, H. (2009). Some physicomechanical and nutritional properties of barberry (Berberis vulgaris L.) fruits. *Journal of Food Process Engineering, 32*(4), 497-511.

Akçakaya, F. G. (2018). *BAZI BİTKİ ÇAYLARININ FARKLI DEMLEME SICAKLIĞI VE DEPOLAMA KOŞULLARINA BAĞLI OLARAK BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLERİN BELİRLENMESİ.* (Yüksek Lisans Tezi). Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği ABD, Adana.

Albayrak, S., Aksoy, A., Sagdic, O., & Albayrak, S. (2012). Antioxidant and antimicrobial activities of different extracts of some medicinal herbs consumed as tea and spices in Turkey. *Journal of Food Biochemistry, 36*(5), 547-554.

Albuquerque, B. R., Prieto, M., Barreiro, M. F., Rodrigues, A., Curran, T. P., Barros, L., & Ferreira, I. C. (2017). Catechin-based extract optimization obtained from Arbutus unedo L. fruits using maceration/microwave/ultrasound extraction techniques. *Industrial crops and products, 95*, 404-415.

Algan Cavuldak, Ö., Vural, N., Akay, M. A., & Anlı, R. E. (2019). Optimization of ultrasound-assisted water extraction conditions for the extraction of phenolic compounds from black mulberry leaves (Morus nigra L.). *Journal of Food Process Engineering, 42*(5), e13132.

Alupului, A., Calinescu, I., & Lavric, V. (2012). Microwave extraction of active principles from medicinal plants. *UPB Science Bulletin, Series B, 74*(2), 129-142.

Andrés-Lacueva, C., Medina-Remon, A., Llorach, R., Urpi-Sarda, M., Khan, N., Chiva-Blanch, G., . . . Lamuela-Raventos, R. M. (2010). Phenolic compounds: chemistry and occurrence in fruits and vegetables. In (pp. 53-80): Wiley Online Library.

Anonymous. (2017). Herbal and Fruit infusions- Specification. *Kenya Standard, DKS 2676: 2017*.

AOAC. (1984). Official Methods of Analysis.

Aoshima, H., Hirata, S., & Ayabe, S. (2007). Antioxidative and anti-hydrogen peroxide activities of various herbal teas. *Food Chemistry, 103*(2), 617-622.

Aspé, E., & Fernández, K. (2011). The effect of different extraction techniques on extraction yield, total phenolic, and anti-radical capacity of extracts from Pinus radiata Bark. *Industrial crops and products, 34*(1), 838-844.

Atoui, A. K., Mansouri, A., Boskou, G., & Kefalas, P. (2005). Tea and herbal infusions: their antioxidant activity and phenolic profile. *Food Chemistry, 89*(1), 27-36.

Azwanida, N. (2015). A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Med Aromat Plants, 4*(196), 2167-0412.

Bagherian, H., Ashtiani, F. Z., Fouladitajar, A., & Mohtashamy, M. (2011). Comparisons between conventional, microwave-and ultrasound-assisted methods for extraction of pectin from grapefruit. *Chemical engineering and processing: Process Intensification, 50*(11-12), 1237-1243.

Ballard, T. S., Mallikarjunan, P., Zhou, K., & O'Keefe, S. (2010). Microwave-assisted extraction of phenolic antioxidant compounds from peanut skins. *Food Chemistry, 120*(4), 1185-1192.

Ballard, T. S., Mallikarjunan, P., Zhou, K., & O'Keefe, S. F. (2009). Optimizing the extraction of phenolic antioxidants from peanut skins using response surface methodology. *Journal of agricultural and food chemistry, 57*(8), 3064-3072.

Barbero, G., Liazid, A., Palma, M., & Barroso, C. (2008). Ultrasound-assisted extraction of capsaicinoids from peppers. *Talanta, 75*(5), 1332-1337.

Başgel, S., & Erdemoğlu, S. (2006). Determination of mineral and trace elements in some medicinal herbs and their infusions consumed in Turkey. *Science of the total environment, 359*(1-3), 82-89.

Berbecaru-Iovan, A., Andrei, A. M., Nicolae, A. C., Stănciulescu, C. E., Berbecaru-Iovan, S., Mogoşanu, G., & Pisoschi, C. G. (2016). Research concerning metabolic and antioxidant effects of the ethanolic extract from Syringae vulgaris flos f. Alba in streptozotocin-induced diabetic rats. *Farmacia, 64*(5), 722-727.

Bhagwat, S., Haytowitz, D. B., & Holden, J. M. (2011). USDA database for the flavonoid content of selected foods, release 3. *US Department of Agriculture: Beltsville, MD, USA, 159*.

Bhat, R., Alias, A. K., & Paliyath, G. (2012). *Progress in food preservation*: Wiley Online Library.

Bindes, M. M. M., Reis, M. H. M., Cardoso, V. L., & Boffito, D. C. (2019). Ultrasound-assisted extraction of bioactive compounds from green tea leaves and clarification with natural coagulants (chitosan and Moringa oleífera seeds). *Ultrasonics sonochemistry, 51*, 111-119.

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.

Büyükbalci, 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*(1), 27-33.

Cemeroğlu, B. (2013). *Gıda Analizleri* (3 ed.). Ankara: Bizim Grup Basımevi.

Chan, E. W. C., Lim, Y. Y., Chong, K. L., Tan, J. B. L., & Wong, S. K. (2010). Antioxidant properties of tropical and temperate herbal teas. *Journal of Food Composition and Analysis, 23*(2), 185-189.

Chemat, F. (2012). *Microwave-assisted extraction for bioactive compounds*: Springer.

Chemat, F., & Khan, M. K. (2011). Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction. *Ultrasonics sonochemistry, 18*(4), 813-835.

Chemat, F., Rombaut, N., Sicaire, A.-G., Meullemiestre, A., Fabiano-Tixier, A.-S., & Abert-Vian, M. (2017). Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. *Ultrasonics sonochemistry, 34*, 540-560.

Chong, K., & Lim, Y. Y. (2012). Effects of drying on the antioxidant properties of herbal tea from selected Vitex species. *Journal of Food Quality, 35*(1), 51-59.

Coklar, H., Akbulut, M., Kilinc, S., Yildirim, A., & Alhassan, I. (2018). Effect of freeze, oven and microwave pretreated oven drying on color, browning index, phenolic compounds and antioxidant activity of hawthorn (Crataegus orientalis) fruit. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 46*(2), 449-456.

Collado-Fernandez, M., Gonzalez-Sanjosé, M., & Pino-Navarro, R. (2000). Evaluation of turbidity: correlation between Kerstez turbidimeter and nephelometric turbidimeter. *Food Chemistry, 71*(4), 563-566.

Çoklar, H., & Akbulut, M. (2016). Olgunlaşma ile Alıç (Crataegus orientalis) Meyvesinin Antioksidan Aktivite, Toplam Fenolik Madde ve Fenolik Profilindeki Değişim. *Meyve Bilimi, 3*(2), 30-37.

d'Alessandro, L. G., Kriaa, K., Nikov, I., & Dimitrov, K. (2012). Ultrasound assisted extraction of polyphenols from black chokeberry. *Separation and purification technology, 93*, 42-47.

Da Porto, C., Porretto, E., & Decorti, D. (2013). Comparison of ultrasound-assisted extraction with conventional extraction methods of oil and polyphenols from grape (Vitis vinifera L.) seeds. *Ultrasonics sonochemistry, 20*(4), 1076-1080.

Dahmoune, F., Spigno, G., Moussi, K., Remini, H., Cherbal, A., & Madani, K. (2014). Pistacia lentiscus leaves as a source of phenolic compounds: Microwave-assisted extraction optimized and compared with ultrasound-assisted and conventional solvent extraction. *Industrial crops and products, 61*, 31-40.

Das, P. R., & Eun, J.-B. (2018). A comparative study of ultra-sonication and agitation extraction techniques on bioactive metabolites of green tea extract. *Food Chemistry, 253*, 22-29.

Eruçar, S. (2006). *Bazı bitkisel çayların fenolik madde profili ve antioksidan aktivitelerinin incelenmesi.* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, İstanbul.

Esclapez, M., García-Pérez, J. V., Mulet, A., & Cárcel, J. (2011). Ultrasound-assisted extraction of natural products. *Food Engineering Reviews, 3*(2), 108-120.

Farkas, O., Jakus, J., & Héberger, K. (2004). Quantitative structure–antioxidant activity relationships of flavonoid compounds. *Molecules, 9*(12), 1079-1088.

Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J. A., Saraiva, J. A., & Ramalhosa, E. (2020). An overview on the market of edible flowers. *Food Reviews International, 36*(3), 258-275.

Fernandes, L., Saraiva, J. A., Pereira, J. A., Casal, S., & Ramalhosa, E. (2019). Post-harvest technologies applied to edible flowers: A review: Edible flowers preservation. *Food Reviews International, 35*(2), 132-154.

Filipek, A., Wyszomierska, J., Michalak, B., & Kiss, A. K. (2019). Syringa vulgaris bark as a source of compounds affecting the release of inflammatory mediators from human neutrophils and monocytes/macrophages. *Phytochemistry Letters, 30*, 309-313.

Fotakis, C., Tsigrimani, D., Tsiaka, T., Lantzouraki, D. Z., Strati, I. F., Makris, C., . . . Zoumpoulakis, P. (2016). Metabolic and antioxidant profiles of herbal infusions and decoctions. *Food Chemistry, 211*, 963-971.

Fox, B., Bellini, G., & Pellegrini, L. (2014). Drying. In *Fermentation and Biochemical Engineering Handbook* (pp. 283-305): Elsevier.

Fu, L., Xu, B.-T., Gan, R.-Y., Zhang, Y., Xu, X.-R., Xia, E.-Q., & Li, H.-B. (2011). Total phenolic contents and antioxidant capacities of herbal and tea infusions. *International journal of molecular sciences, 12*(4), 2112-2124.

Gallaher, R., Gallaher, K., Marshall, A., & Marshall, A. (2006). Mineral analysis of ten types of commercially available tea. *Journal of Food Composition and Analysis, 19*, S53-S57.

Gallo, M., Ferracane, R., Graziani, G., Ritieni, A., & Fogliano, V. (2010). Microwave assisted extraction of phenolic compounds from four different spices. *Molecules, 15*(9), 6365-6374.

Garcia-Vaquero, M., Ummat, V., Tiwari, B., & Rajauria, G. (2020). Exploring ultrasound, microwave and ultrasound–microwave assisted extraction technologies to increase the extraction of bioactive compounds and antioxidants from brown macroalgae. *Marine drugs, 18*(3), 172.

Granato, D., Shahidi, F., Wrolstad, R., Kilmartin, P., Melton, L. D., Hidalgo, F. J., . . . Ismail, A. B. (2018). Antioxidant activity, total phenolics and flavonoids contents: Should we ban in vitro screening methods? *Food Chemistry, 264*, 471-475.

Heim, K. E., Tagliaferro, A. R., & Bobilya, D. J. (2002). Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *The Journal of nutritional biochemistry, 13*(10), 572-584.

Horžić, D., Jambrak, A. R., Belščak-Cvitanović, A., Komes, D., & Lelas, V. (2012). Comparison of conventional and ultrasound assisted extraction techniques of yellow tea and bioactive composition of obtained extracts. *Food and Bioprocess Technology, 5*(7), 2858-2870.

J Mason, T., Chemat, F., & Vinatoru, M. (2011). The extraction of natural products using ultrasound or microwaves. *Current Organic Chemistry, 15*(2), 237-247.

Jaganath, I. B., & Crozier, A. (2010). Dietary flavonoids and phenolic compounds. *Plant phenolics and human health: biochemistry, nutrition, and pharmacology, 1*, 1-50.

Jin, L., Li, X.-B., Tian, D.-Q., Fang, X.-P., Yu, Y.-M., Zhu, H.-Q., . . . Xiao, W.-F. (2016). Antioxidant properties and color parameters of herbal teas in China. *Industrial crops and products, 87*, 198-209.

Joshi, R., Rana, A., & Gulati, A. (2015). Studies on quality of orthodox teas made from anthocyanin-rich tea clones growing in Kangra valley, India. *Food Chemistry, 176*, 357-366.

Jovanović, A. A., Đorđević, V. B., Zdunić, G. M., Pljevljakušić, D. S., Šavikin, K. P., Gođevac, D. M., & Bugarski, B. M. (2017). Optimization of the extraction process of polyphenols from Thymus serpyllum L. herb using maceration, heat- and ultrasound-assisted techniques. *Separation and purification technology, 179*, 369-380.

Kaderides, K., Papaoikonomou, L., Serafim, M., & Goula, A. M. (2019). Microwave-assisted extraction of phenolics from pomegranate peels: Optimization, kinetics, and comparison with ultrasounds extraction. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification, 137*, 1-11.

Karabegović, I. T., Stojičević, S. S., Veličković, D. T., Todorović, Z. B., Nikolić, N. Č., & Lazić, M. L. (2014). The effect of different extraction techniques on the composition and antioxidant activity of cherry laurel (Prunus laurocerasus) leaf and fruit extracts. *Industrial crops and products, 54*, 142-148.

Khan, M. K., Abert-Vian, M., Fabiano-Tixier, A.-S., Dangles, O., & Chemat, F. (2010). Ultrasound-assisted extraction of polyphenols (flavanone glycosides) from orange (Citrus sinensis L.) peel. *Food Chemistry, 119*(2), 851-858.

Kou, L., Turner, E. R., & Luo, Y. (2012). Extending the shelf life of edible flowers with controlled release of 1-Methylcyclopropene and modified atmosphere packaging. *Journal of food science, 77*(5), S188-S193.

Kucekova, Z., Mlcek, J., Humpolicek, P., & Rop, O. (2013). Edible flowers—Antioxidant activity and impact on cell viability. *Open Life Sciences, 8*(10), 1023-1031.

Lee, J., Durst, R., & Wrolstad, R. (2005). AOAC official method 2005.02: total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural

colorants, and wines by the pH differential method. *Official methods of analysis of AOAC International, 2*.

Lee, J., Durst, R. W., Wrolstad, R. E., Kupina, C. E. T. G. M. H. J. H. H. K. S. K. D., & JD, S. M. S. M. B. M. T. P. F. R. A. S. G. T. U. W. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *Journal of AOAC international, 88*(5), 1269-1278.

Liazid, A., Guerrero, R., Cantos, E., Palma, M., & Barroso, C. (2011). Microwave assisted extraction of anthocyanins from grape skins. *Food Chemistry, 124*(3), 1238-1243.

Liccardi, G., D'Amato, M., & D'Amato, G. (1996). Oleaceae pollinosis: a review. *International archives of allergy and immunology, 111*(3), 210-217.

Lim, T. K. (2012). *Edible medicinal and non-medicinal plants* (Vol. 1): Springer.

Llompart, M., Garcia-Jares, C., Celeiro, M., & Dagnac, T. (2019). Extraction| Microwave-Assisted Extraction.

Loh, Z. H., & Lim, Y. Y. (2018). Drying effects on antioxidant activity, enzyme activity, and phytochemicals of avocado (Persea americana) leaves. *Journal of Food Processing and Preservation, 42*(10), e13667.

Loh, Z. H., Oh, H. K. F., & Lim, Y. Y. (2018). Relationship between polyphenol oxidase activity and phenolics degradation on ambient air-drying of herbal plants. *Journal of Food Processing and Preservation, 42*(7), e13672.

López Prado, A. S., Shen, Y., Ardoin, R., Osorio, L. F., Cardona, J., Xu, Z., & Prinyawiwatkul, W. (2019). Effects of different solvents on total phenolic and total anthocyanin contents of Clitoria ternatea L. petal and their anti-cholesterol oxidation capabilities. *International journal of food science & technology, 54*(2), 424-431.

Lu, B., Li, M., & Yin, R. (2016). Phytochemical content, health benefits, and toxicology of common edible flowers: a review (2000–2015). *Critical reviews in food science and nutrition, 56*(sup1), S130-S148.

Malongane, F., McGaw, L. J., & Mudau, F. N. (2017). The synergistic potential of various teas, herbs and therapeutic drugs in health improvement: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 97*(14), 4679-4689.

McKay, D. L., & Blumberg, J. B. (2007). A review of the bioactivity of South African herbal teas: rooibos (Aspalathus linearis) and honeybush (Cyclopia intermedia). *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives, 21*(1), 1-16.

McKay, D. L., Miller, M. G., & Blumberg, J. B. (2011). Teas, tisanes and health. In (pp. 99-142): Wiley Online Library.

Messaoud, C., Laabidi, A., & Boussaid, M. (2012). Myrtus communis L. infusions: the effect of infusion time on phytochemical composition, antioxidant, and antimicrobial activities. *Journal of food science, 77*(9), C941-C947.

Nakilcioğlu-Taş, E. (2019). MİNERAL MADDE KAYNAĞI OLARAK BAZI BİTKİ VE BİTKİ ÇAYLARININ ARAŞTIRMASI. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8*(2), 863-874.

Nepote, V., Grosso, N. R., & Guzmán, C. A. (2005). Optimization of extraction of phenolic antioxidants from peanut skins. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 85*(1), 33-38.

Newman, S. E., & O'Conner, A. S. (2009). *Edible flowers.* Colorado State University. Libraries,

Ngoitaku, C., Kwannate, P., & Riangwong, K. (2016). Total phenolic content and antioxidant activities of edible flower tea products from Thailand. *International Food Research Journal, 23*(5), 2286.

Nkhili, E., Tomao, V., El Hajji, H., El Boustani, E. S., Chemat, F., & Dangles, O. (2009). Microwave-assisted water extraction of green tea polyphenols. *Phytochemical Analysis, 20*(5), 408-415.

Oh, J., Jo, H., Cho, A. R., Kim, S.-J., & Han, J. (2013). Antioxidant and antimicrobial activities of various leafy herbal teas. *Food control, 31*(2), 403-409.

Ojha, K., Dubey, S., Chandrakar, J., Minj, R., Dehariya, R., & Dixit, A. (2018). A review on different methods of determination of antioxidant activity assay of herbal plants. *Life Science Informatics Publications, 4*(6), 707-730.

Olivier, J., Symington, E. A., Jonker, C. Z., Van Eeden, T. S., & Rampedi, I. T. (2012). Comparison of the mineral composition of leaves and infusions of traditional and herbal teas. *South African Journal of Science, 108*(1), 1-7.

Otemuyiwa, I. O., Williams, M. F., & Adewusi, S. A. (2017). Antioxidant activity of health tea infusions and effect of sugar and milk on in-vitro availability of phenolics in tea, coffee and cocoa drinks. *Nutrition & Food Science*.

Ozdemir, N., Ozgen, Y., Kiralan, M., Bayrak, A., Arslan, N., & Ramadan, M. F. (2018). Effect of different drying methods on the essential oil yield, composition and antioxidant activity of Origanum vulgare L. and Origanum onites L. *Journal of Food Measurement and Characterization, 12*(2), 820-825.

Pedro, D. F., Ramos, A. A., Lima, C. F., Baltazar, F., & Pereira-Wilson, C. (2016). Colon cancer chemoprevention by sage tea drinking: decreased DNA damage and cell proliferation. *Phytotherapy Research, 30*(2), 298-305.

Pereira, C., Barros, L., & Ferreira, I. C. (2016). Extraction, identification, fractionation and isolation of phenolic compounds in plants with hepatoprotective effects. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 96*(4), 1068-1084.

Pico, Y. (2013). Ultrasound-assisted extraction for food and environmental samples. *TrAC Trends in Analytical Chemistry, 43*, 84-99.

Piljac Žegarac, J., Šamec, D., & Piljac, A. (2013). Herbal teas: A focus on antioxidant properties. *Tea in health and disease prevention*, 129-140.

Pires, T. C., Dias, M. I., Barros, L., Calhelha, R. C., Alves, M. J., Oliveira, M. B. P., . . . Ferreira, I. C. (2018). Edible flowers as sources of phenolic compounds with bioactive potential. *Food Research International, 105*, 580-588.

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.

Rodriguez-Jasso, R. M., Mussatto, S. I., Pastrana, L., Aguilar, C. N., & Teixeira, J. A. (2011). Microwave-assisted extraction of sulfated polysaccharides (fucoidan) from brown seaweed. *Carbohydrate Polymers, 86*(3), 1137-1144.

Rodríguez-Roque, M. J., Soliva-Fortuny, R., & Martín-Belloso, O. (2017). Methods for determining the antioxidant capacity of food constituents. *Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry and Human Health, 2nd Edition*, 803-816.

Roshanak, S., Rahimmalek, M., & Goli, S. A. H. (2016). Evaluation of seven different drying treatments in respect to total flavonoid, phenolic, vitamin C content, chlorophyll, antioxidant activity and color of green tea (Camellia sinensis or C. assamica) leaves. *Journal of food science and technology, 53*(1), 721-729.

Routray, W., & Orsat, V. (2012). Microwave-assisted extraction of flavonoids: a review. *Food and Bioprocess Technology, 5*(2), 409-424.

Rudolf, P. O., Slabaugh, P. E., & Shaw, N. L. (2008). Syringa L.: lilac. *In: Bonner, Franklin T.; Karrfalt, Robert P., eds. The Woody Plant Seed Manual. Agric. Handbook No. 727. Washington, DC. US Department of Agriculture, Forest Service. p. 1083-1086., 727*, 1083-1086.

Samolińska, W., Kiczorowska, B., Kwiecień, M., & Rusinek-Prystupa, E. (2017). Determination of minerals in herbal infusions promoting weight loss. *Biological trace element research, 175*(2), 495-502.

Sánchez-Camargo, A. P., Montero, L., Mendiola, J. A., Herrero, M., & Ibáñez, E. (2020). Novel Extraction Techniques for Bioactive Compounds from Herbs and Spices. *Herbs, Spices and Medicinal Plants: Processing, Health Benefits and Safety*, 95-128.

Šavikin, K., Zdunić, G., Janković, T., Gođevac, D., Stanojković, T., & Pljevljakušić, D. (2014). Berry fruit teas: Phenolic composition and cytotoxic activity. *Food Research International, 62*, 677-683.

Shannon, E., Jaiswal, A. K., & Abu-Ghannam, N. (2018). Polyphenolic content and antioxidant capacity of white, green, black, and herbal teas: a kinetic study. *Food Research, 2*(1), 1-11.

Sheet, P. F., & Page, G. C. Syringa vulgaris L.

Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture, 16*(3), 144-158.

Speisky, H., Rocco, C., Carrasco, C., Lissi, E. A., & López-Alarcón, C. (2006). Antioxidant screening of medicinal herbal teas. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives, 20*(6), 462-467.

Su, G., Cao, Y., Li, C., Yu, X., Gao, X., Tu, P., & Chai, X. (2015). Phytochemical and pharmacological progress on the genus Syringa. *Chemistry Central Journal, 9*(1), 1-12.

Sugahara, S., Ueda, Y., Fukuhara, K., Kamamuta, Y., Matsuda, Y., Murata, T., . . . Igoshi, K. (2015). Antioxidant effects of herbal tea leaves from yacon (Smallanthus sonchifolius) on multiple free radical and reducing power assays, especially on different superoxide anion radical generation systems. *Journal of food science, 80*(11), C2420-C2429.

Suna, S., Incedayi, B., Tamer, C., Ozcan-Sinir, G., & Çopur, Ö. (2019). Lemon verbena (Lippia citriodora Kunth) beverages: physicochemical properties, contents of total phenolics and minerals, and bioaccessibility of antioxidants. *Italian Journal of Food Science, 31*(1).

Szymczycha-Madeja, A., Welna, M., & Zyrnicki, W. (2013). Multi-element analysis, bioavailability and fractionation of herbal tea products. *Journal of the Brazilian Chemical Society, 24*(5), 777-787.

Tahirović, I., Kožljak, M., Toromanović, J., Čopra-Janićijević, A., Klepo, L., Topčagić, A., & Demirović, H. (2014). Total phenolic content and antioxidant capacity in infusions of various herbal teas. *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina, 42*(5), 51-55.

Tan, J. B. L., Lim, Y. Y., & Lee, S. M. (2015). Antioxidant and antibacterial activity of Rhoeo spathacea (Swartz) Stearn leaves. *Journal of food science and technology, 52*(4), 2394-2400.

Tiwari, B. K. (2015). Ultrasound: A clean, green extraction technology. *TrAC Trends in Analytical Chemistry, 71*, 100-109.

Tóth, G., Barabás, C., Tóth, A., Kéry, Á., Béni, S., Boldizsár, I., . . . Noszál, B. (2016). Characterization of antioxidant phenolics in Syringa vulgaris L. flowers and fruits by HPLC-DAD-ESI-MS. *Biomedical Chromatography, 30*(6), 923-932.

Unachukwu, U. J., Ahmed, S., Kavalier, A., Lyles, J. T., & Kennelly, E. J. (2010). White and green teas (Camellia sinensis var. sinensis): variation in phenolic, methylxanthine, and antioxidant profiles. *Journal of food science, 75*(6), C541-C548.

van der Kooi, C. J., Elzenga, J. T. M., Staal, M., & Stavenga, D. G. (2016). How to colour a flower: on the optical principles of flower coloration. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 283*(1830), 20160429.

Varga, E., Barabás, C., Tóth, A., Boldizsár, I., Noszál, B., & Tóth, G. (2019). Phenolic composition, antioxidant and antinociceptive activities of Syringa vulgaris L. bark and leaf extracts. *Natural product research, 33*(11), 1664-1669.

Vilkhu, K., Mawson, R., Simons, L., & Bates, D. (2008). Applications and opportunities for ultrasound assisted extraction in the food industry—A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies, 9*(2), 161-169.

Vinatoru, M. (2001). An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs. *Ultrasonics sonochemistry, 8*(3), 303-313.

Vinatoru, M., Mason, T., & Calinescu, I. (2017). Ultrasonically assisted extraction (UAE) and microwave assisted extraction (MAE) of functional compounds from plant materials. *TrAC Trends in Analytical Chemistry, 97*, 159-178.

Voon, H. C., Bhat, R., & Rusul, G. (2012). Flower extracts and their essential oils as potential antimicrobial agents for food uses and pharmaceutical applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 11*(1), 34-55.

Wang, J., Hu, S., Nie, S., Yu, Q., & Xie, M. (2016). Reviews on mechanisms of in vitro antioxidant activity of polysaccharides. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2016*.

Woźniak, M., Michalak, B., Wyszomierska, J., Dudek, M. K., & Kiss, A. K. (2018). Effects of phytochemically characterized extracts from Syringa vulgaris and isolated secoiridoids on mediators of inflammation in a human neutrophil model. *Frontiers in pharmacology, 9*, 349.

Xia, T., Shi, S., & Wan, X. (2006). Impact of ultrasonic-assisted extraction on the chemical and sensory quality of tea infusion. *Journal of Food Engineering, 74*(4), 557-560.

Xiong, L., Yang, J., Jiang, Y., Lu, B., Hu, Y., Zhou, F., . . . Shen, C. (2014). Phenolic compounds and antioxidant capacities of 10 common edible flowers from China. *Journal of food science, 79*(4), C517-C525.

Yashin, A., Yashin, Y., Xia, X., & Nemzer, B. (2017). Antioxidant activity of spices and their impact on human health: A review. *Antioxidants, 6*(3), 70.

Yu, J., Ahmedna, M., & Goktepe, I. (2005). Effects of processing methods and extraction solvents on concentration and antioxidant activity of peanut skin phenolics. *Food Chemistry, 90*(1-2), 199-206.

Zhang, C., Liu, D., & Gao, H. (2018). Kinetics, physicochemical properties, and antioxidant activities of Angelica keiskei processed under four drying conditions. *LWT, 98*, 349-357.

Zhang, Q.-W., Lin, L.-G., & Ye, W.-C. (2018). Techniques for extraction and isolation of natural products: A comprehensive review. *Chinese medicine, 13*(1), 1-26.

Zielinski, A. A. F., Haminiuk, C. W. I., Alberti, A., Nogueira, A., Demiate, I. M., & Granato, D. (2014). A comparative study of the phenolic compounds and the in

vitro antioxidant activity of different Brazilian teas using multivariate statistical techniques. *Food Research International, 60*, 246-254.

Zlabur, J. S., Voca, S., Dobricevic, N., Pliestic, S., Galic, A., Boricevic, A., & Boric, N. (2016). Ultrasound-assisted extraction of bioactive compounds from lemon balm and peppermint leaves. *International Agrophysics, 30*(1).

**EKLER**

**EK-1**

Farklı yöntemlerle kurutulan leylak çiçeğinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| | | ***L**** | | ***a**** | | ***b**** | | ***C**** | | **h** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Kurutma yöntemi** | 1 | 0.113 | 0.474 | 2.012 | 2.421 | 2.083 | 217.221* | 4.165 | 11.857 | 5.653 | 0.257 |
| **Hata** | 2 | 0.239 | | 0.831 | | 0.010 | | 0.351 | | 22.011 | |

*: p<0.01 ve **: p<0.05

**EK-2**

Farklı yöntemlerle kurutulan leylak çiçeğinin biyoaktif bileşenlerine ait varyans analiz sonuçları

| | | Toplam fenolik madde | | Toplam monomerik antosiyanin | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Kurutma yöntemi** | 1 | 13100.864 | 1.366 | 343.618 | 3.583 |
| **Hata** | 2 | 9591.168 | | 95.905 | |

*: p<0.01 ve **: p<0.05

**EK-3**

Farklı yöntemlerle kurutulan leylak çiçeğinin fenolik profillerine ait varyans analiz sonuçları

| | | Oleuropein | | Kamferol-3-glikozit | | Gentisik asit | | Klorojenik asit | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Kurutma yöntemi** | 1 | 42.068 | 0.015 | 107.236 | 0.086 | 16885.053 | 4.717 | 0.895 | 0.153 |
| **Hata** | 2 | 2715.326 | | 1242.720 | | 3579.628 | | 5.848 | |

*: p<0.01 ve **: p<0.05

Farklı yöntemlerle kurutulan leylak çiçeğinin fenolik profillerine ait varyans analiz sonuçları (devamı)

| | | Kafeik asit | | Ferulik asit | | Rosmanirik asit | | Luteolin | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Kurutma yöntemi** | 1 | 69.472 | 98.963* | 7.102 | 6.212 | 57.730 | 0.025 | 28.069 | 0.399 |
| **Hata** | 2 | 0.702 | | 1.143 | | 2329.461 | | 70.405 | |

*: p<0.01 ve **: p<0.05

**EK-4**

Farklı yöntemlerle kurutulan leylak çiçeğinin antioksidan aktivitelerine ait varyans analiz sonuçları

| | | DPPH | | ABTS | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Kurutma yöntemi** | 1 | 1.820 | 22.163** | 1.785 | 7.519 |
| **Hata** | 2 | 0.082 | | 0.237 | |

*: p<0.01 ve **: p<0.05

**EK-5**

Farklı yöntemlerle kurutulan leylak çiçeğinin makro minerallerine ait varyans analiz sonuçları

| | | Ca | | K | | Mg | | P | | S | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Kurutma yöntemi** | 1 | 6634.428 | 74.952** | 430919.382 | 4.101 | 2275.338 | 282.446* | 38597.514 | 227.884* | 4151.096 | 301.127* |
| **Hata** | 2 | 88.516 | | 105068.755 | | 8.056 | | 169.374 | | 13.785 | |

*: p<0.01 ve **: p<0.05

**EK-6**

Farklı yöntemlerle kurutulan leylak çiçeğinin mikro minerallerine ait varyans analiz sonuçları

| | | B | | Cu | | Fe | | Mn | | Zn | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Kurutma yöntemi** | 1 | 0.168 | 1.588 | 0.488 | 8.715 | 23.469 | 68.747** | 2.365 | 55.904** | 3.202 | 33.001** |
| **Hata** | 2 | 0.106 | | 0.056 | | 0.341 | | 0.042 | | 0.097 | |

*: p<0.01 ve **: p<0.05

**EK-7**

Farklı yöntem ve sürelerde demlenen tepsili kurutucuda kurutulmuş leylak çiçeği çayının biyokimyasal özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

| | | Bulanıklık | | Brix | | pH | | Asitlik | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Demleme yöntemi** | 2 | 3.092 | 3.450 | 0.034 | 4.357** | 0.008 | 3.319 | 0.001 | 9.859* |
| **Demleme süresi** | 2 | 2.933 | 3.272 | 0.284 | 36.500* | 0.013 | 5.661** | 0.012 | 82.487* |
| **İnteraksiyon** | 4 | 1.095 | 1.222 | 0.001 | 0.179 | 0.003 | 1.171 | 0.000 | 1.829 |
| **Hata** | 9 | 0.896 | | 0.008 | | 0.002 | | 0.000 | |

*: $p<0.01$ ve **: $p<0.05$

**EK-8**

Farklı yöntem ve sürelerde demlenen gölgede kurutulmuş leylak çiçeği çayının biyokimyasal özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

| | | **Bulanıklık** | | **Brix** | | **pH** | | **Asitlik** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Demleme yöntemi** | 2 | 2.412 | 6.026** | 0.001 | 0.143 | 0.025 | 1.765 | 0.002 | 28.036* |
| **Demleme süresi** | 2 | 0.460 | 1.149 | 0.221 | 56.714* | 0.015 | 1.078 | 0.007 | 102.091* |
| **İnteraksiyon** | 4 | 1.678 | 4.192** | 0.006 | 1.643 | 0.023 | 1.589 | 0.000 | 6.025** |
| **Hata** | 9 | 0.400 | | 0.004 | | 0.014 | | $7.224*10^{-5}$ | |

*: $p<0.01$ ve **: $p<0.05$

**EK-9**

Farklı yöntem ve sürelerde demlenen tepsili kurutucuda kurutulmuş leylak çiçeği çayının *L**, *a**, *b**, *C** ve h değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| | | ***L**** | | ***a**** | | ***b**** | | ***C**** | | ***h*** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Demleme yöntemi** | 2 | 0.836 | 4.712** | 0.009 | 1.501 | 2.524 | 12.263* | 2.501 | 11.824* | 4.405 | 15.293* |
| **Demleme süresi** | 2 | 4.095 | 23.068* | 0.018 | 3.023 | 6.482 | 31.494* | 6.463 | 30.556* | 13.990 | 48.571* |
| **İnteraksiyon** | 4 | 0.209 | 1.178 | 0.019 | 3.265 | 0.458 | 2.227 | 0.453 | 2.142 | 2.955 | 10.259* |
| **Hata** | 9 | 0.178 | | 0.006 | | 0.206 | | 0.212 | | 0.288 | |

*: $p<0.01$ ve **: $p<0.05$

**EK-10**

Farklı yöntem ve sürelerde demlenen gölgede kurutulmuş leylak çiçeği çayının *L**, *a**, *b**, *C** ve h değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| | | ***L**** | | ***a**** | | ***b**** | | ***C**** | | ***h*** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Demleme yöntemi** | 2 | 1.915 | 57.730* | 0.008 | 1.621 | 1.602 | 104.884* | 1.584 | 90.524* | 9.734 | 8.602* |
| **Demleme süresi** | 2 | 3.469 | 104.549* | 0.001 | 0.253 | 4.322 | 282.968* | 4.238 | 242.233* | 22.724 | 20.079* |
| **İnteraksiyon** | 4 | 0.342 | 10.311* | 0.006 | 1.161 | 0.383 | 25.063* | 0.377 | 21.527* | 2.216 | 1.958 |
| **Hata** | 9 | 0.033 | | 0.005 | | 0.015 | | 0.017 | | 1.132 | |

*: $p<0.01$ ve **: $p<0.05$

**EK-11**

Farklı yöntem ve sürelerde demlenen tepsili kurutucuda kurutulmuş leylak çiçeği çayının biyoaktif özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

| | | Toplam fenolik madde | | Toplam monomerik antosiyanin | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Demleme yöntemi** | 2 | 36.266 | 5.208** | 0.004 | 39.583* |
| **Demleme süresi** | 2 | 109.708 | 15.754* | 0.019 | 209.083* |
| **İnteraksiyon** | 4 | 9.580 | 1.376 | 0.001 | 9.762* |
| **Hata** | 9 | 6.964 | | $9.058*10^{-5}$ | |

*: $p<0.01$ ve **: $p<0.05$

**EK-12**

Farklı yöntem ve sürelerde demlenen gölgede kurutulmuş leylak çiçeği çayının biyoaktif özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

| | | Toplam fenolik madde | | Toplam monomerik antosiyanin | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Demleme yöntemi** | 2 | 11.663 | 3.305 | 0.003 | 33.465* |
| **Demleme süresi** | 2 | 72.396 | 20.518* | 0.015 | 147.777* |
| **İnteraksiyon** | 4 | 4.944 | 1.401 | 0.001 | 10.502* |
| **Hata** | 9 | 3.528 | | 0.000 | |

*: $p<0.01$ ve **: $p<0.05$

**EK-13**

Farklı yöntem ve sürelerde demlenen tepsili kurutucuda kurutulmuş leylak çiçeği çayının fenolik profiline ait varyans analiz sonuçları

| | | Oleuropein | | Kamferol-3-glikozit | | Gentisik asit | | Klorojenik asit | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Demleme yöntemi** | 2 | 0.657 | 299.988* | 0.128 | 30.825* | 0.674 | 20.779* | 0.010 | 7.650** |
| **Demleme süresi** | 2 | 0.342 | 156.185* | 0.118 | 28.446* | 0.359 | 11.078* | 0.006 | 4.494** |
| **İnteraksiyon** | 4 | 0.060 | 27.587* | 0.009 | 2.192 | 0.021 | 0.658 | 0.003 | 2.493 |
| **Hata** | 9 | 0.002 | | 0.004 | | 0.032 | | 0.001 | |

*: p<0.01 ve **: p<0.05

Farklı yöntem ve sürelerde demlenen tepsili kurutucuda kurutulmuş leylak çiçeği çayının fenolik profiline ait varyans analiz sonuçları (devamı)

| | | Kafeik asit | | Ferulik asit | | Rosmarinik asit | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Demleme yöntemi** | 2 | 0.001 | 33.085* | 0.000 | 3.202 | 0.802 | 7.041** |
| **Demleme süresi** | 2 | 0.001 | 45.125* | 0.000 | 1.170 | 0.615 | 5.397** |
| **İnteraksiyon** | 4 | $1.833*10^{-5}$ | 0.626 | $6.214*10^{-5}$ | 0.432 | 0.059 | 0.514 |
| **Hata** | 9 | $2.928*10^{-5}$ | | 0.000 | | 0.114 | |

*: p<0.01 ve **: p<0.05

**EK-14**

Farklı yöntem ve sürelerde demlenen gölgede kurutulmuş leylak çiçeği çayının fenolik profiline ait varyans analiz sonuçları

| | | Oleuropein | | Kamferol-3-glikozit | | Gentisik asit | | Klorojenik asit | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Demleme yöntemi** | 2 | 0.517 | 46.434* | 0.149 | 13.820* | 0.361 | 9.546* | 0.010 | 12.229* |
| **Demleme süresi** | 2 | 0.872 | 78.241* | 0.243 | 22559* | 0.733 | 19.395* | 0.002 | 2.564 |
| **İnteraksiyon** | 4 | 0.021 | 1.864 | 0.024 | 2.207 | 0.028 | 0.754 | 0.002 | 2.532 |
| **Hata** | 9 | 0.011 | | 0.011 | | 0.038 | | 0.001 | |

*: p<0.01 ve **: p<0.05

Farklı yöntem ve sürelerde demlenen gölgede kurutulmuş leylak çiçeği çayının fenolik profiline ait varyans analiz sonuçları (devamı)

| | | Kafeik asit | | Ferulik asit | | Rosmarinik asit | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Demleme yöntemi** | 2 | 0.000 | 8.010* | 0.001 | 8.522* | 0.499 | 33.054* |
| **Demleme süresi** | 2 | 0.001 | 13.078* | 0.001 | 11.068* | 1.587 | 105.030* |
| **İnteraksiyon** | 4 | $3.856*10^{-5}$ | 0.764 | 0.000 | 2.465 | 0.072 | 4.779** |
| **Hata** | 9 | $5.044*10^{-5}$ | | $9.511*10^{-5}$ | | 0.015 | |

*: p<0.01 ve **: p<0.05

**EK-15**

Farklı yöntem ve sürelerde demlenen tepsili kurutucuda kurutulmuş leylak çiçeği çayının antioksidan özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

| | | DPPH | | ABTS | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Demleme yöntemi** | 2 | 0.186 | 11.740* | 0.093 | 11.155* |
| **Demleme süresi** | 2 | 0.811 | 51.131* | 0.616 | 73.714* |
| **İnteraksiyon** | 4 | 0.089 | 5.606** | 0.047 | 5.637** |
| **Hata** | 9 | 0.016 | | 0.008 | |

*: $p<0.01$ ve **: $p<0.05$

**EK-16**

Farklı yöntem ve sürelerde demlenen gölgede kurutulmuş leylak çiçeği çayının antioksidan özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

| | | DPPH | | ABTS | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Demleme yöntemi** | 2 | 0.152 | 13.077* | 0.110 | 7.390** |
| **Demleme süresi** | 2 | 0.992 | 85.257* | 0.808 | 54.364* |
| **İnteraksiyon** | 4 | 0.070 | 6.015** | 0.068 | 4.560** |
| **Hata** | 9 | 0.012 | | 0.015 | |

*: $p<0.01$ ve **: $p<0.05$

**EK-17**

Farklı yöntem ve sürelerde demlenen tepsili kurutucuda kurutulmuş leylak çiçeği çayının mikro minerallerine ait varyans analiz sonuçları

| | | B | | Cu | | Fe | | Mn | | Zn | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Demleme yöntemi** | 2 | 0.000 | 14.042* | $2.222*10^{-7}$ | 0.571 | $7.222*10^{-7}$ | 1.444 | $7.222*10^{-7}$ | 6.500** | $1.156*10^{-5}$ | 1.276 |
| **Demleme süresi** | 2 | 0.000 | 13.645* | $1.056*10^{-6}$ | 2.714 | $2.722*10^{-6}$ | 5.444** | $6.056*10^{-6}$ | 54.500* | $4.506*10^{-5}$ | 4.975** |
| **İnteraksiyon** | 4 | $4.956*10^{-5}$ | 2.181 | $1.556*10^{-6}$ | 4.000** | $1.556*10^{-6}$ | 3.111 | $9.722*10^{-7}$ | 8.750* | $1.789*10^{-5}$ | 1.975 |
| **Hata** | 9 | $2.272*10^{-5}$ | | $3.889*10^{-7}$ | | $5.000*10^{-7}$ | | $1.111*10^{-7}$ | | $9.056*10^{-6}$ | |

*: $p<0.01$ ve **: $p<0.05$

**EK-18**

Farklı yöntem ve sürelerde demlenen tepsili kurutucuda kurutulmuş leylak çiçeği çayının makro minerallerine ait varyans analiz sonuçları

| | | Ca | | K | | Mg | | P | | S | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Demleme yöntemi** | 2 | 0.005 | 4.820** | 6.478 | 4.174 | 0.003 | 8.994* | 0.124 | 8.634* | 0.006 | 3.310 |
| **Demleme süresi** | 2 | 0.012 | 10.864* | 66.490 | 42.841* | 0.014 | 42.197* | 0.617 | 42.774* | 0.060 | 34.129* |
| **İnteraksiyon** | 4 | 0.003 | 2.416 | 6.962 | 4.486** | 0.002 | 5.223** | 0.052 | 3.641** | 0.005 | 3.050 |
| **Hata** | 9 | 0.001 | | 1.552 | | 0.000 | | 0.014 | | 0.002 | |

*: p<0.01 ve **: p<0.05

**EK-19**

Farklı yöntem ve sürelerde demlenen gölgede kurutulmuş leylak çiçeği çayının mikro minerallerine ait varyans analiz sonuçları

| | | B | | Cu | | Fe | | Mn | | Zn | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Demleme yöntemi** | 2 | 0.000 | 19.149* | $1.722*10^{-6}$ | 3.875 | $2.389*10^{-6}$ | 8.600* | $1.556*10^{-6}$ | 7.000** | $4.306*10^{-5}$ | 5.458** |
| **Demleme süresi** | 2 | 0.000 | 19.199* | $3.889*10^{-7}$ | 0.875 | $2.056*10^{-6}$ | 7.400** | $1.072*10^{-5}$ | 48.250* | $1.739*10^{-5}$ | 2.204 |
| **İnteraksiyon** | 4 | $4.281*10^{-5}$ | 2.603 | $8.889*10^{-7}$ | 2.000 | $2.222*10^{-7}$ | 0.800 | $8.056*10^{-7}$ | 3.625** | $9.139*10^{-6}$ | 1.158 |
| **Hata** | 9 | $1.644*10^{-5}$ | | $4.444*10^{-7}$ | | $2.778*10^{-7}$ | | $2.222*10^{-7}$ | | $7.889*10^{-6}$ | |

*: $p<0.01$ ve **: $p<0.05$

**EK-20**

Farklı yöntem ve sürelerde demlenen gölgede kurutulmuş leylak çiçeği çayının makro minerallerine ait varyans analiz sonuçları

| | | Ca | | K | | Mg | | P | | S | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Varyasyon kaynağı** | **SD** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** | **KO** | **F** |
| **Demleme yöntemi** | 2 | 0.005 | 5.581** | 6.167 | 18.687* | 0.003 | 35.367* | 0.085 | 29.467* | 0.011 | 9.688* |
| **Demleme süresi** | 2 | 0.019 | 19.785* | 73.426 | 222.470* | 0.016 | 161.723* | 0.596 | 206.248* | 0.064 | 57.955* |
| **İnteraksiyon** | 4 | 0.001 | 0.857 | 2.795 | 8.469* | 0.001 | 12.808* | 0.026 | 9.112* | 0.003 | 2.460 |
| **Hata** | 9 | 0.001 | | 0.330 | | $9.844*10^{-5}$ | | 0.003 | | 0.001 | |

*: $p<0.01$ ve **: $p<0.05$

**EK-21**

Farklı analizlere ait korelasyon çizelgesi

| | **Korelasyon Katsayısı, r** | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Brix-L** | **Brix - a** | **Brix - b** | **Brix - C** | **Brix - H** | **Brix - Asitlik %** | **Brix - Toplam Fenolik Madde** | **Brix - Monomerik Antosiyanin** | **Toplam Fenolik - DPPH Antioksidan** | **Toplam Fenolik - ABTS Antioksidan** | **Monomerik Antosiyanin - DPPH Antioksidan** | **Monomerik Antosiyanin - ABTS Antioksidan** |
| **Tepsili kurutucuda Kurutulmuş Çiçeklerin Çaylarına Ait Korelasyonlar** | -0.771 | -0.421 | 0.798 | 0.797 | -0.768 | 0.875 | 0.912 | 0.891 | 0.876 | 0.881 | 0.899 | 0.93 |
| **Gölgede Kurutulmuş Çiçeklerin Çaylarına Ait Korelasyonlar** | -0.766 | -0.077 | 0.827 | 0.826 | -0.708 | 0.716 | 0.891 | 0.854 | 0.903 | 0.912 | 0.934 | 0.922 |