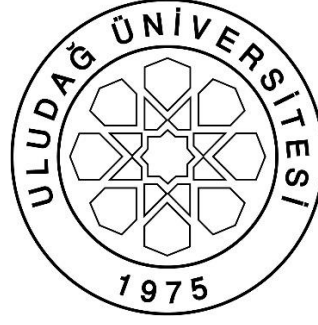




**BİBERİYE, FESLEĞEN, KEKİK, NANE VE STEVYANIN  
TOPLAM FENOLİK MADDE VE ANTİOKSİDAN  
AKTİVİTESİ ÜZERİNE KURUTMA YÖNTEMLERİNİN  
ETKİSİ**

**Hatice Damla GÜLER**



T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİBERİYE, FESLEĞEN, KEKİK, NANE VE STEVYANIN TOPLAM FENOLİK  
MADDE VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ ÜZERİNE KURUTMA  
YÖNTEMLERİNİN ETKİSİ**

**Hatice Damla GÜLER**  
**0000-0002-6502-5896**

Prof. Dr. Vildan UYLAŞER  
0000-0002-5532-5203  
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

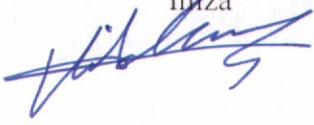
BURSA – 2019  
**Her hakkı saklıdır**

## TEZ ONAYI

Hatice Damla GÜLER tarafından hazırlanan “Biberiye, Fesleğen, Kekik, Nane ve Stevyanın Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Kurutma Yöntemlerinin Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Vildan UYLAŞER


**Başkan:** Prof. Dr. Vildan UYLAŞER  
(0000-0002-5532-5203)  
B.U.Ü. Ziraat Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza  


**Üye:** Doç. Dr. C. Ece TAMER  
(0000-0003-0441-1707)  
B.U.Ü. Ziraat Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza  


**Üye:** Dr. Öğr. Üyesi Adnan Fatih DAĞDELEN  
(0000-0002-6777-273X)  
Bursa Teknik Üniversitesi,  
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza  


Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN

Enstitü Müdürü

24/10/2019

**B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı **beyan ederim.**

24/10/2019

**Hatice Damla GÜLER**



## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### **BİBERİYE, FESLEĞEN, KEKİK, NANE VE STEVYANIN TOPLAM FENOLİK MADDE VE ANTIOKSİDAN AKTİVİTESİ ÜZERİNE KURUTMA YÖNTEMLERİNİN ETKİSİ**

**Hatice Damla GÜLER**

Bursa Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Prof. Dr. Vildan UYLAŞER

Biberiye (*Rosmarinus officinalis*), fesleğen (*Ocimum basilicum*), kekik (*Thymus vulgaris*), nane (*Mentha piperita*) ve stevya (*Stevia rebaudiana Bertoni*) içeriklerinde bulunan fenolik bileşikler nedeniyle antihipertansif, hipoglisemik, antimikrobiyal, ve antioksidan özelliklere sahiptir. Antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri, gıda endüstrisinde doğal koruyucu maddeler olarak kullanılmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada, farklı kurutma yöntemlerinin (mikrodalga fırında, kurutma tüneline, gölgede, güneşte, buzdolabında) biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevyanın fiziksel (nem miktarı, renk) ve fonksiyonel özellikleri (antioksidan aktivite, toplam fenolik madde) üzerine etkileri belirlenmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu, toplam antioksidan aktivite değeri ise DPPH yöntemi ile belirlenmiştir. En yüksek toplam fenolik madde miktarı biberiye ve fesleğende mikrodalga fırında (800 W), kekikte kurutma tüneline (30 °C), nanede güneşte, stevyada gölgede kurutulmuş örneklerde saptanmıştır. En yüksek antioksidan aktivite değeri biberiye ve fesleğende mikrodalga fırında (700 W ve 800 W), kekikte kurutma tüneline (30 °C), nanede mikrodalga fırında (600 W, 700 W, 800 W) ve güneşte, stevyada ise güneşte ve gölgede kurutulmuş örneklerde tespit edilmiştir. Biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevyanın antioksidan aktivite değeri ve toplam fenolik madde miktarlarının farklı kurutma yöntemlerine göre değişiklik gösterdiği saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Biberiye, fesleğen, kekik, nane, stevya, antioksidan aktivite, kurutma yöntemi

**2019, viii+64 sayfa**

## ABSTRACT

MSc Thesis

### EFFECT OF DRYING METHODS ON TOTAL PHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF ROSEMARY, BASIL, THYME, PEPPERMINT AND STEVIA

**Hatice Damla GÜLER**

Bursa Uludag University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

**Supervisor:** Prof. Dr. Vildan UYLAŞER

Rosemary (*Rosmarinus officinalis*), thyme (*Thymus vulgaris*), basil (*Ocimum basilicum*), mint (*Mentha piperita*) and stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) have antihypertensive, hypoglycemic, antimicrobial and antioxidant properties due to their phenolic compound contents. Their antimicrobial and antioxidant properties make them used as preservative substances in the food industry. In this study; detections have been made for determining the effects of different drying methods (at microwave oven, at drying tunnel, in the shade, in the sun, at refrigerator) on rosemary, basil, thyme, mint and stevia and their physical (moisture content, color) and functional properties (antioxidant activity, total phenolic content). Total phenolic content detection has been determined by Folin-Ciocalteu method and total antioxidant material activity value has been determined by DPPH method. As a result of drying methods, total phenolic content have been detected maximum for rosemary and basil; at microwave oven (700 W and 800 W), for thyme; at drying tunnel (30 °C), for mint; at microwave oven (600 W, 700 W and 800 W) and under the sun, for stevia; under the sun and in the shade. It has been detected that antioxidant activity values and total phenolic compounds of rosemary, basil, thyme, mint and stevia differ according to different drying methods.

**Keywords:** Rosemary, basil, thyme, mint, stevia, antioxidant activity, drying method

**2019, viii + 64 pages**

## TEŐEKKÖR

Lisansüstü eğitimim süresince ilgi ve desteğiyle her zaman yanımda olan, danışmanlığını yaparak tez çalışmam boyunca değerli fikirleriyle beni yönlendiren ve motivasyon kaynağım olan çok değerli hocam Prof. Dr. Vildan UYLAŞER'e,

Çalışmalarım boyunca desteklerini esirgemeyen kıymetli Yüksek Lisans arkadaşlarım Cansu Saadet UYGUR ve Emel ÖZDEMİR'e, Esra DOĞANGÜN'e,

Tez çalışmam boyunca maddi ve manevi desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.

**Hatice Damla GÖLER**

**24/10/2019**

## İÇİNDEKİLER

|  | Sayfa |
|--|-------|
| ÖZET.....  | i     |
| ABSTRACT.....  | ii    |
| TEŞEKKÜR.....  | iii   |
| İÇİNDEKİLER.....   | iv    |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....  | v     |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....   | vii   |
| ÇİZELGELER DİZİNİ.....   | viii  |
| 1. GİRİŞ.....  | 1     |
| 2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI.....                              | 3     |
| 2.1. Biberiye ( <i>Rosmarinus officinalis L.</i> ).....                      | 3     |
| 2.2. Fesleğen ( <i>Ocimum basilicum L.</i> ).....                            | 8     |
| 2.3. Kekik ( <i>Thymus vulgaris L.</i> ).....                                | 11    |
| 2.4. Nane ( <i>Mentha piperita L.</i> ).....                                 | 14    |
| 2.5. Stevya ( <i>Stevia rebaudiana</i> ).....                                | 17    |
| 2.6. Kurutma Yöntemleri.....   | 20    |
| 3. MATERYAL ve YÖNTEM.....   | 23    |
| 3.1. Materyal.....   | 23    |
| 3.2. Yöntem.....   | 24    |
| 3.2.1. Kurutma Yöntemleri.....   | 24    |
| 3.2.2. Fenolik Bileşiklerin Ekstraksiyonu.....                               | 24    |
| 3.2.3. Toplam Nem Miktarı Tayini.....  | 25    |
| 3.2.4. Renk Analizi.....   | 25    |
| 3.2.5. Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini.....                              | 25    |
| 3.2.6. Antioksidan Aktivite Tayini.....                                      | 27    |
| 3.2.7. İstatistiksel Analiz.....   | 27    |
| 4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....   | 28    |
| 4.1. Toplam Nem Miktarlarına Ait Analiz Sonuçları ve Tartışma.....           | 28    |
| 4.2. Renk Analizi Sonuçları ve Tartışma.....                                 | 30    |
| 4.2.1. Biberiyenin Renk Analizi.....   | 30    |
| 4.2.2. Fesleğenin Renk Analizi.....  | 32    |
| 4.2.3. Kekğin Renk Analizi.....  | 35    |
| 4.2.4. Nananın Renk Analizi.....   | 38    |
| 4.2.5. Stevyanın Renk Analizi.....   | 41    |
| 4.3. Toplam Fenolik Madde Miktarlarına Ait Analiz Sonuçları ve Tartışma..... | 42    |



|  |    |
|--|----|
| 4.3.1. Biberiyenin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivitesi..... | 43 |
| 4.3.2. Fesleğenin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivitesi.....  | 46 |
| 4.3.3. Kekiğın Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivitesi...       | 49 |
| 4.3.4. Nananın Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivitesi...       | 51 |
| 4.3.5. Stevyanın Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivitesi        | 53 |
| 5. SONUÇ.....  | 55 |
| KAYNAKLAR.....   | 57 |
| ÖZGEÇMİŞ.....  | 64 |



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

|      |                  |
|------|------------------|
| %    | Yüzde değer      |
| °C   | Santigrat derece |
| µg   | Mikrogram        |
| µL   | Mikrolitre       |
| mg   | Miligram         |
| g    | Gram             |
| mL   | Mililitre        |
| L    | Litre            |
| nm   | Nanometre        |
| W    | Watt             |
| β    | Beta             |
| µmol | Mikromol         |

### Kısaltmalar

### Açıklama

|      |   |
|------|---|
| ABTS | 2,2 –azinobis (3-etilbenzotiazolin-sulfonik asit) |
| DPPH | 2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil                      |
| FRAP | Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç     |
| GAE  | Gallik asit eşdeğerliği                           |
| UV   | Ultraviolet (Mor ötesi)                           |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

|  |    |
|--|----|
| Şekil 2.1. Rosmarinik asit ve karnosik asit yapısı.....                    | 4  |
| Şekil 2.2. Timol ve karvakrol yapısı.....                                  | 12 |
| Şekil 3.1. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde kullanılan..... | 26 |
| gallik asit kalibrasyon eğrisi   |    |



## ÇİZELGELER DİZİNİ

|  | Sayfa |
|--|-------|
| Çizelge 3.1. Kurutma Yöntemleri.....   | 24    |
| Çizelge 4.1. Biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevyanın nem miktarları (%)   | 29    |
| Çizelge 4.2. Biberiyenin farklı kurutma yöntemleri sonucundaki L*, a*, b* değerleri.....                                       | 30    |
| Çizelge 4.3. Fesleğenin farklı kurutma yöntemleri sonucundaki L*, a*, b* değerleri.....  | 32    |
| Çizelge 4.4. Kekik'in farklı kurutma yöntemleri sonucundaki L*, a*, b* değerleri.....  | 35    |
| Çizelge 4.5. Nananın farklı kurutma yöntemleri sonucundaki L*, a*, b* değerleri.....   | 38    |
| Çizelge 4.6. Stevyanın farklı kurutma yöntemleri sonucundaki L*, a*, b* değerleri.....   | 41    |
| Çizelge 4.7. Biberiye ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/100 g) ve antioksidan aktivite değerleri.....    | 43    |
| Çizelge 4.8. Fesleğen ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/100 g) ve antioksidan aktivite değerleri.....    | 46    |
| Çizelge 4.9. Kekik ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/100 g) ve antioksidan aktivite değerleri.....       | 49    |
| Çizelge 4.10. Nane ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/100 g) ve antioksidan aktivite değerleri.....       | 51    |
| Çizelge 4.11. Stevya ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/100 g) ve antioksidan aktivite değerleri.....     | 53    |
| Çizelge 5.1. Kurutulmuş örneklerdeki minimum renk değişimi, maksimum fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değeri..... | 55    |

## 1. GİRİŞ

Türkiye florasında 174 familyaya ait 1 251, cins 12 000'den fazla tür ve tür altı takson bulunmaktadır (Kendir ve Güvenç 2010). Türkiye'nin farklı iklim ve ekolojik koşullara, zengin toprak çeşitliliğine sahip olması, üç floristik bölgenin (Avrupa-Sibirya, Akdeniz, İran-Turan) kesişme noktasında bulunması, bu kadar fazla bitki çeşitliliğinin nedenlerindedir (Anonim 2007). 3 000'e yakın türü endemik olan bitkilerin 1000-2000 kadarının tıbbi amaçlarla kullanıldığı tahmin edilmektedir (Arslan ve ark. 2000).

Türkiye, tıbbi ve aromatik bitkiler arasında önemli yeri olan Ballıbabagiller (*Lamiaceae*) familyası için önemli bir gen merkezi durumundadır. Bu familya Türkiye'de toplam 731 takson, 546 tür ve 45 cins ile temsil edilmektedir (Başer 1994). Türkiye tıbbi bitkiler ticaretinde diğer ülkeler arasında önemli bir konumdadır. Doğadan toplanarak ihracatı yapılan 347 türün olduğu bilinmektedir. Türkiye florasında doğal olarak bulunmayan ancak son yıllarda yüksek ihracat potansiyeli nedeniyle tarımı yaygınlaşan *Stevia rebaudiana* ise *Asteracea* familyasına aittir (Özçatalbaş 2018). Bu bitkilerin pazarlanması taze ya da kurutulmuş olarak yapılmaktadır.

Kurutma; tıbbi ve aromatik bitkilerin hasat sonrası sahip oldukları yüksek nem (yaş baza göre % 70- 85) içeriğinden, güvenli depolamak için uygun nem seviyesine (yaş baza göre % 10-15) indirmek için kullanılan işlemdir (Polatçı ve Tarhan 2009). Kurutmanın temel amacı ise mikroorganizma gelişimini yavaşlatarak raf ömrünü uzatmak, paketleme gereksinimlerini minimize etmek ve taşıma maliyetini azaltmaktır (Hamrouni-Sellami ve ark. 2013). Kurutma boyunca kurutma yöntemine ve şartlarına bağlı olarak birçok değişiklik meydana gelir. Bazı biyokimyasal reaksiyonlar önlenir ya da yavaşlar, duyuşal özelliklerde değişiklikler meydana gelir, başta uçucu bileşikler olmak üzere bazı bileşiklerde kayıplar olur (Hamrouni-Sellami ve ark. 2013). Kurutma şartlarının, tıbbi ve aromatik bitkilerin antioksidan aktivite değeri ve fenolik madde miktarını etkileyebileceğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Capecka ve ark. 2005, Lim ve Murtijaya 2007) .

Tıbbi ve aromatik bitkilerin tedavi edici özelliği, içeriğindeki yüksek düzeyde antioksidan aktiviteye sahip fitokimyasallardan kaynaklanmaktadır. Bu fitokimyasallardan fenolikler, bitkilerin toplam antioksidatif aktivitelere katkıda bulunan önemli bileşiklerdir. Tıbbi ve aromatik bitkilerin toplam fenolik madde miktarıyla antioksidan kapasiteleri arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Fenolik bileşiklerin antioksidan etkileri serbest radikalleri bağlamaları, metallerle şelat oluşturmaları ve lipoksigenaz enzimini inaktive etmeleriyle açıklanmaktadır (Arslan ve Kırca 2006).

Kurutma sonucunda fitokimyasalların bozulmadığı yüksek kaliteli ve minimum maliyetli ürünler için farklı kurutma yöntemleri kullanılarak optimizasyonlar yapılmaya çalışılmıştır. Yapılan literatür taramalarında kurutma yöntemlerinin biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevyanın antioksidan aktivite ve fenolik madde miktarına etkisini bir arada konu alan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu tez kapsamında *Lamiaceae* familyasının ülkemizde daha sık kullanılan türleri arasında yer alan biberiye, fesleğen, kekik ve nanenin, son yıllarda kullanım alanları artan stevyanın farklı kurutma yöntemleri uygulaması sonucu toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitelerindeki değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, güneşte, gölgede, buzdolabında, kurutma tünelinde (30 C, 40 C ve 50 C) ve mikrodalga fırında (450 W, 600 W, 700 W, 800 W) olmak üzere 10 farklı kurutma uygulaması gerçekleştirilmiştir.

## 2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Tıbbi ve aromatik bitkiler zengin içerikleri sayesinde antimikrobiyal ve antioksidan etki göstermektedirler. Aromatik bitkilerin antimikrobiyal ve antioksidan etkili bileşikleri genellikle esansiyel yağ kısmında bulunmaktadır. Bu bileşikler bitkinin karakteristik aromasından sorumludur. Antimikrobiyal aktivite; bitkinin türüne, kompozisyonuna ve konsantrasyonuna, hedef mikroorganizmanın türüne ve yüküne, gıdanın kompozisyonuna, işleme ve depolama koşullarına bağlıdır (Sağdıç 2003). Bu özelliklerinden dolayı tıbbi ve aromatik bitkiler sentetik gıda koruyucuları yerine kullanılma potansiyeline de sahiptir. Uçucu yağ bileşenlerince zengin olan familyaların başında ise biberiye, fesleğen, kekik ve nanenin de yer aldığı *Lamiaceae* familyası gelmektedir (Pişkin 2007).

### 2.1. Biberiye (*Rosmarinus officinalis L.*)

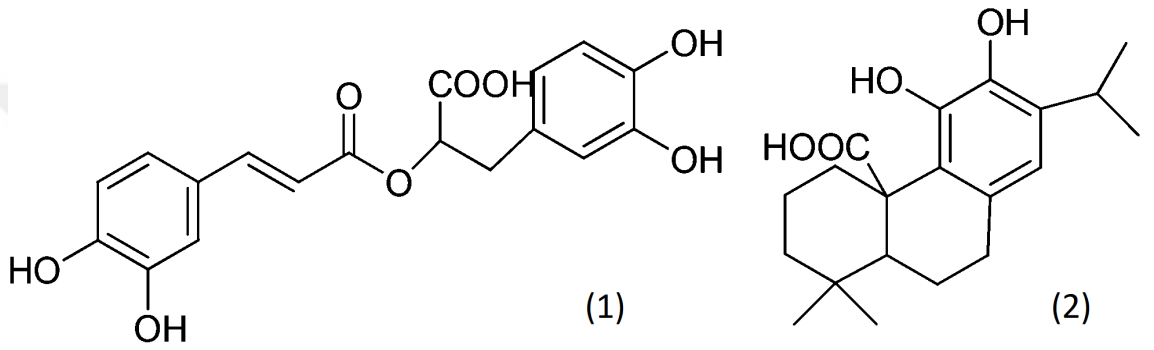
Biberiye, halk arasında hasalban, kuşdili, urum çiçeği, beyaz püren ve pürem gibi adlarla da bilinmektedir. Biberiye, *Lamiaceae* familyasına ait, sürekli yeşil kalan, bir metreye kadar uzayabilen, beyazımsı mavi çiçekli, Akdeniz'in kuzey ve güney kıyılarında doğal olarak yetişebilen, çok yıllık bir bitkidir (Al-Sereiti ve ark. 1999).

Eski Yunan ve Romalılar döneminde gıdaların lezzetlendirilmesi ve tıbbi tedavi amacıyla kullanılan biberiye, günümüzde kozmetik, parfümeri, aroma terapi, eczacılık ve gıda gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Basmacıoğlu Malayoğlu 2010).

Türkiye'nin batı ve güney kıyılarında doğal olarak yetişmekle birlikte yaygın olarak Çanakkale, Mersin, Adana, Tarsus, Hatay illerinde özellikle Mersin ve Adana yöresinde maki florası içerisinde, orman içi boşluklarda, tarla ve üzüm bağları kenarlarında, koruma altındaki ağaçlandırma sahaları içerisinde geniş yayılım göstermiştir (Malayoğlu 2010). Türkiye'de yetişen biberiye, odun dışı orman ürünleri kategorisinde yer almaktadır. 2014 yılı verilerine göre 172 ton üretime sahip olup 2013 yılında 758 ton ihraç edilmiştir (Aslan ve ark. 2015, Kırıcı 2015).

## Biberiyenin Antioksidan Aktivitesi

Biberiye ekstraktının bileşiminde yüksek antioksidan gücüne sahip birçok bileşik bulunmaktadır. Bu bileşikler esas olarak fenolik asitler, flavonoidler, diterpenoidler (karnosol ve karnosik asit) ve triterpenler sınıflarına aittir. Bu bileşiklerden biberiyenin antioksidan aktivitesini en fazla etkileyenler ise rosmarinik ve karnosik asittir (Şekil 2.1) (Papageorgiou 2008). Biberiye ekstraktının DPPH radikal süpürücü aktivitesi, içeriğindeki rosmarinik asit miktarıyla doğrudan ilişkilidir (Kuhlman ve Röhl 2006).



Şekil 2.1. Rosmarinik asit (1) ve karnosik asit (2) yapısı

Son yıllarda fenolik bileşiklerce zengin tıbbi ve aromatik bitkilerin gıdalarda koruyucu olarak kullanımına yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. EFSA (Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi) 2008 yılında koruyucu olarak biberiye ekstraktının kullanılmasına onay vermiş ve biberiye ekstraktı E392 koduyla Avrupa Birliği Gıda Katkı Mevzuatı içine eklenmiştir (Anonim 2008).

Biberiyenin antioksidan etkili bileşenleri, oranları ve aktiviteleri üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde; sonuçların mevsime, bölgelere, bitkinin kullanılan kısmına, elde edilme yöntemi ve ekstraksiyonda kullanılan solvente göre farklılık gösterdiği görülmektedir. Bunların dışında genetik, su, ışık ve vejetasyon döneminin de etkili olduğu bildirilmektedir (Del Baño ve ark. 2003).

McCarthy ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışmada aloje vera (%0,25), çemenotu (%0,01), ginseng (%0,25), hardal (%0,10), biberiye (%0,10), adaçayı (%0,05), soya



proteini (%0,10), çay kateşini (%0,25) ve peyniraltı suyu protein konsantresi (%4) çiğ ve pişirilmiş domuz köftelerine katılarak antioksidan etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda diğer baharat ve katkı maddelerine kıyasla çay kateşini ve biberiyenin oksidatif stabilite üzerine daha etkili olduğunu tespit edilmiştir.

Doğal bitki ekstraktlarının yüksek oleik asit içeren ayçiçeği yağı üzerindeki antioksidan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada biberiye, brokoli filizi ve turunçgil gibi doğal bitki ekstraktlarının, ayçiçeği yağının lipit oksidasyonunu etkili bir şekilde engellediği saptanmıştır. Ayrıca araştırmacılar tarafından biberiye ekstraktının, gıdalarda lipit oksidasyonunu engellemesi amacıyla kullanıldığı ve son zamanlarda yapılan araştırmaların, ekstraktın içerisindeki aktif bileşiklerin izolasyonu ve identifikasyonu yönünde eğilim gösterdiği bildirilmiştir (Ahn ve ark. 2007).

Nieto ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada, koyunların diyetine farklı oranlarda biberiye ekstresi eklenmiş ve ekstrelerin kuzu etindeki lipit oksidasyonunu engellediği tespit edilmiştir. Araştırmacılar tarafından biberiyenin hayvan beslemede sentetik antioksidanlara alternatif olarak kullanılabilmesi bildirilmiştir.

Rezene, dereotu ve biberiyenin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerinin incelendiği bir çalışmada, biberiyenin en yüksek antioksidan aktivite değerine sahip olduğu saptanmıştır. Antioksidan kapasitenin belirlenmesi için DPPH metodu, toplam fenolik madde miktarının analizi için ise Folin-Ciocalteu metodunun kullanıldığı bu çalışmada biberiyenin toplam fenolik madde miktarı 3367,24mg GAE/100g, antioksidan inhibisyon değeri ise %55,08 olarak bulunmuştur (Nagy ve ark. 2014).

Çetinkaya ve ark. (2017) yaptıkları bir çalışmada, öğütülmüş biberiye, doğal bir antioksidan olarak alabalık filetolarının yüzeyine uygulanmış ve vakumda paketlenen sonra pişirmişlerdir (sous vide pişirme). Pişirilen örnekler bozuluncaya kadar  $3\pm 1$  °C'de saklanmış ve 5 günde bir duyusal değerlendirmeye alınmıştır. Tüm örnekler için panelistlerin bozulma kararı vermesinde koku belirleyici olmuştur. Vakum paketlenmiş taze balık 10. günde bozulurken, biberiye ile muamele edilmemiş grup 40. günde, biberiye ile muamele edilen grup ise 45. günde bozulmuştur. Biberiye muamelesiyle,

örneklerin raf ömrü ve kabul edilebilirliğinin en az 5 güne kadar uzatılabildiği görülmüştür. Ayrıca, doğal antioksidan olarak uygulanan biberiyenin, duyuşal ve beslenme kriterleri açısından olumsuz bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

### **Biberiyenin Sağlık Üzerine Etkisi**

Eski Yunan ve Romalılar döneminde biberiye, mutfaklarda baharat olarak kullanılmasının yanında tedavi amaçlı da kullanılmıştır. Antik çağlardan beri hafızayı artırıcı etkisi olduğuna inanılan biberiye, Eski Yunanlılar tarafından hafızayı güçlendirmek ve konsantrasyonu artırmak için de kullanılmıştır. Hafif uyarıcı özellikleri nedeniyle de çeşitli halk ilaçlarının bileşimine katıldığı bilinen biberiyenin, İkinci Dünya Savaşı sırasında mikrobik hastalıkların bulaşmasını engellemek için ve hastalıkları tedavi etmek için kurutulmuş halde dallarının yakıldığı belirtilmektedir. Yine 15. yüzyılda insanların veba salgınından korunmak için biberiye kullandığı da söylenmektedir (Haksel 2007).

Biberiye, içerdiği karnosol, karnosik asit, betulinik ve ursolik asit gibi bileşenler sayesinde antikanserojen, antioksidan ve anti-HIV aktivite göstermektedir (Kontogianni ve ark. 2013). Biberiyedeki biyoaktif bileşenlerin sağlık üzerine olan olumlu etkileri konusunda yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Tai ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada biberiye ekstraktının insan yumurtalık kanseri hücrelerine karşı antiproliferasyon aktivitesi ile ekstrenin üç ana aktif bileşeninin (karnosol, karnosik asit, ve rosmarinik asit), antiproliferasyon aktivitesini artırıp artırmadığı araştırılmıştır. Biberiye ekstraktının yumurtalık kanseri hücrelerini, çoklu fazlarda hücrelerin döngüsünü etkileyerek inhibe ettiğinin tespit edildiği çalışma sonucunda araştırmacılar, biberiye ekstraktının kanser kemoterapisine yardımcı olarak kullanılabileceğini bildirmiştir.

Afonso ve ark. (2013) tarafından yapılan diğerk bir çalışmada, biberiyedeki fenolik bileşiklerin sıçanlarda oksidatif stres ve kan kolesterolü konsantrasyonuna etkisi araştırılmıştır. Araştırma, diyete bağılı hiperkolesterolemik sıçanlar üzerinde

gerçekleştirilmiş ve çalışma sonucunda biberiyeden elde edilen fenolik bileşiklerin, sıçanların farklı dokularındaki antioksidan aktiviteyi iyileştirdiği, oksidatif stresi azalttığı tespit edilmiştir.

Biberiye ekstraktlarının patojenik Gram pozitif, Gram negatif ve fungal suşlar üzerindeki antimikrobiyal aktivitesinin değerlendirildiği bir çalışmada biberiye ekstraktı kullanımının tek başına veya antibiyotik tedavisi ile birlikte patojen bakteri ve fungusların kontrolü için etkili bir alternatif olabileceği, aynı zamanda biberiye yağının güçlü bir anti-enflamatuar ajan olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Lorenzo-Leal ve ark. 2019).

Başka bir çalışmada, alkole bağlı karaciğer hastalığında koruyucu tedavi olarak biberiye ekstraktının etkisi araştırılmış ve biberiyenin, serum hepatik enzim seviyelerini (ALT, ACP) düşürerek, karaciğer dokusunda hasarın azalmasını sağladığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar tarafından biberiyenin alkole bağlı karaciğer hastalığında önleyici veya yardımcı tedavi olarak kullanılabileceğini bildirmiştir (Martinez-Rodriguez ve ark. 2019).

As ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada, biberiyenin düşük kalsiyum alımına sahip sıçanlarda osteoporozu karşı koruyucu etkisini araştırmışlardır. Bu kapsamda gerçekleştirilen tedavi sonrasında, tedavi edilen grupların, kemik histolojisinin düzeldiği, sıçanlarda kemik kaybına karşı korunma sağlandığı saptanmıştır. Çalışmanın sonucunda, biberiyenin kemik rezorpsiyonunu ve osteoporozu önleme konusunda etkili sonuçlara sahip olduğu bildirilmiştir.

## 2.2. Fesleğen (*Ocimum basilicum L.*)

Ülkemizin bazı yörelerinde reyhan olarak isimlendirilen fesleğen (*Ocimum basilicum L.*) içerdiği esansiyel yağlar ve fenolik bileşiklerce zengin içeriğinden dolayı *Lamiaceae* familyasının en önemli üyelerinden biridir (Sajjadi, 2006). Fesleğende fenolik, alkaloid, steroid, terpen ve saponin gruplarına ait fitokimyasallar bulunmaktadır (Chew ve ark.2011). Fesleğen. 20–60 cm uzunluğunda, beyaz-mor çiçekli bir bitkidir. Asya, Afrika ve Güney Amerika'nın tropik ve subtropik bölgelerine özgü bir bitki olan fesleğenin, günümüzde dünya çapında kültürü yapılmaktadır (Makri and Kintzios, 2008). Fesleğen esansiyel yağı, endüstriyel ürünlerde mantar ve böcek ilacı olarak, gıda sektöründe ise lezzetlendirici olarak kullanılmaktadır (Grayer ve ark. 1996, Vieira ve Simon 2000).

### **Fesleğenin Antioksidan Aktivitesi**

Fesleğenin kimyasal bileşimindeki polifenoller, doğal antioksidan olarak yüksek biyolojik aktivite göstermektedir (Castano ve ark. 2016).

Dark Opal, Sweet Thai ve Genovese türü fesleğenlerin antioksidan kapasitesi ve fenolik madde miktarları üzerine potasyumun etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, bitkiye verilen solüsyonun potasyum oranındaki artışın, bitkinin toplam fenolik madde miktarını da artırdığı saptanmıştır. Diğer yandan potasyum miktarından bağımsız olarak Dark Opal ve Genovese çeşitlerinin antioksidan kapasitesinin ve FRAP toplam fenolik madde miktarının Sweet Thai'nin çeşitlerine göre daha yüksek olduğu, antosiyanin konsantrasyonunun ise en yüksek Dark Opal çeşidinde bulunduğu saptanmıştır (Nguyen ve ark. 2010).

Kwee ve Niemeyer (2011) tarafından yapılan çalışmada fesleğende çeşit farklılığının fesleğen türünün fenolik bileşimi ve antioksidan özelliği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında 15 farklı fesleğen çeşidi kullanılmış ve çeşit farklılığının, toplam fenolik madde miktarı ( $p < 0.001$ ) ve antosiyanin konsantrasyonu ( $p < 0.001$ ) üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Yüksek performanslı sıvı kromatografisiyle yapılan analizler ile çeşitler arası fenolik asit profillerinde önemli

farklılıklar olduğu saptanmıştır. Rosmarinik asit ( $p < 0.001$ ), kikorik asit ( $p = 0.002$ ) ve kafeik asit ( $p = 0.001$ ) konsantrasyonlarının fesleğen çeşitlere göre değiştiği, kaftarik asit ( $p = 0.083$ ) konsantrasyonunda ise çeşitlere göre değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. Çeşit farkının FRAP ( $p = 0.007$ ) ve DPPH ( $p = 0.004$ ) yöntemiyle saptanan antioksidan aktivite değerlerinde de önemli etki gösterdiği saptanmıştır.

Złotek ve ark. (2016)'nın, dondurulmuş ve liyofilize fesleğen yapraklarından fenolik madde ekstraksiyonu için en iyi koşulları belirlemek amacı ile yaptıkları bir çalışmada polifenol ekstraksiyonu için optimum koşulların yaprağın durumuna (taze, dondurulmuş ve liyofilize) göre önemli ölçüde değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. Taze ve dondurularak kurutulmuş yapraklarda en yüksek fenolik madde miktarına, en yüksek oranda asetik asidin kullanıldığı aseton karışımıyla ulaşıldığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda polifenol ekstraksiyonu için aseton karışımının metanol karışımına göre daha etkili olduğu, ayrıca aseton, su ve asetik asit ekstraksiyon çözeltisinin, metanol, su ve asetik asite göre yine daha etkili olduğu saptanmıştır.

McCance ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada bitki olgunluğunun 3 farklı *Ocimum basilicum* L. çeşidindeki antosiyanin konsantrasyonu, fenolik asit içeriği ve antioksidan kapasite üzerine etkisini incelemişlerdir. Bitki olgunluğunun toplam fenolik madde miktarını (kuru ağırlıkça 3.30 mg/g-20.08 mg/g değişen değerlerle), kaftarik asit (0.08–0.85 mg/g DW) kikorik asit (0.13–3.55 mg/g kb), rosmarinik asit (1.31–21.31 mg/g kb) fenolik asitlerinin ortalama konsantrasyonlarını ve toplam antosiyanin içeriğini (2.07–9.72 mg/g kb) önemli ölçüde etkilediği saptanmıştır. Bitki olgunluğunun FRAP indirgeme kapasitelerinde (3.50–28.73 mmol/100 g kb) de önemli etkisi olduğu görülmüş ve fenolik asit konsantrasyonunun fesleğenin antioksidan özelliklerinde önemli etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, fesleğenin çeşidi ve hasat zamanındaki olgunluğunun, bitkinin fenolik ve antosiyanin bileşiminde ve antioksidan özelliklerinde kritik bir role sahip olduğu saptanmıştır.

## Fesleğenin Sağlık Üzerine Etkisi

Fesleğenin geleneksel olarak baş ağrısı, öksürük, diyare, kabızlık, siğil ve böbrek hastalıkları tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir (Simon ve ark. 1999).

Umar ve ark. (2010) yaptıkları çalışma ile fesleğen (*Ocimum basilicum*) ekstraktının renovasküler hipertansiyonu olan farelerin üzerindeki antihipertansif etkilerini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Bu çalışma kapsamında Wistar sıçanları kullanılmış ve denekler rastgele seçilerek 2 grup oluşturulmuştur. Her gün ağız yoluyla gruplardan birine 4 hafta boyunca kaptopril ( $30 \text{ mg kg}^{-1}$ ), diğerine ise değişen ölçülerde ( $100, 200, 400 \text{ mg kg}^{-1}$ ) *Ocimum basilicum* ekstraktı verilmiş ve kan basıncı, kalp ağırlığı/vücut ağırlığı, angiotensin- II ve endotelin (ET)-1 değerleri ölçülmüştür. Bu çalışma sonucunda fesleğen ekstraktının sistolik ve diyastolik kan basıncı değerlerini 20 ve 15 mm Hg, kaptoprilin ise 35 and 22 mm Hg düzeyinde düşürdüğü saptanmıştır. Araştırmacılar, fesleğen (*Ocimum basilicum*) ekstraktının hipertansiyon ve kardiyovasküler hastalıklar üzerine etkilerinin daha fazla araştırılmasını gerektiğini bildirmişlerdir.

Moghaddam ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada fesleğen (*Ocimum basilicum*) esansiyel yağının bazı patojen bakteriler üzerindeki antibakteriyel özelliklerini incelenmişlerdir. Bu çalışma kapsamında Clevenger uçucu yağ aparatı ile bitki yapraklarından elde edilen fesleğen esansiyel yağı ile Gram pozitif bakterilerden *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, gram negatif bakterilerden ise *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* kullanılmıştır. Sonuç olarak tüm bakterilerde fesleğen esansiyel yağının bakteriyostatik etki gösterdiği saptanmıştır.

Araujo Silva ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada standart antibiyotik (siprofolaksasin ve imipenem) ve fesleğen (*O. Basilicum*) esansiyel yağı karışımının *Staphylococcus aureus* ve *Pseudomonas aeruginosa* bakteriyel suşları üzerindeki farmakolojik etkilerini araştırmışlardır Esansiyel yağ ile siprofolaksasin ve imipenem antibiyotikleri birlikte kullanılmıştır. Fesleğen esansiyel yağı ile imipenem karışımı *S. aureus* ve *P. aeruginosa*'nın klinik suşlarında sinerjistik etki göstermiştir.

Fesleğen (*Ocimum basilicum*) ekstraktının antidiyabetik etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, ekstraktın antidiyabetik etkiye sahip olduğu saptanmış ve bu etkinin karbonhidrat metabolize edici enzimlerin inhibe edilmesi ve hepatik glukoz mobilizasyonunun artırılması yoluyla glukoz emiliminin sınırlandırılması yoluyla olduğu bildirilmiştir (Ezeani ve ark. 2017)

### **2.3. Kekik (*Thymus vulgaris L.*)**

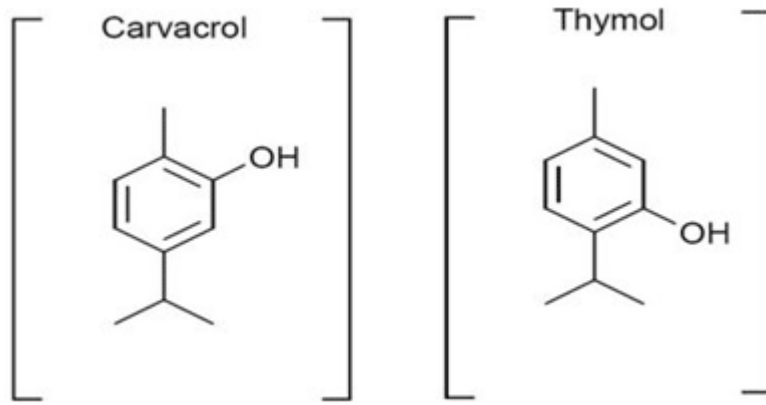
*Lamiaceae* familyasına ait pek çok aromatik bitki türü bulunmasına rağmen, özellikle uçucu yağ olarak karvakrol ve timol içeren türler "kekik" olarak kabul edilmektedir. Bu türleri içinde barındıran *Thymus*, *Origanum*, *Satureja*, *Thymbra* ve *Coridothymus* cinsleri hem yayılış olarak hem de ekonomik olarak büyük önem taşımaktadır (Anonim, 2007). Bu türlerden *Thymus vulgaris L.* daima yeşil kalan, yarı çalimsı, odunumsu, çok dallanan ve dalları yukarı doğru kalkık durumda olan bir bitkidir. Bitki boyu 20-40 cm olup, dalların üst kısımları gri-kadife tüylüdür (Fakılı 2010).

Kekik ihracatında dünyada ilk sıralarda yer alan Türkiye’de 10 kadar spesifik *Thymus* türünün bulunduğu tespit edilmiştir (Anonim 2009).

Genellikle çeşni olarak kullanılan kekik, yağlı ve ağır yemeklerin tadını zenginleştirir, sindirimi kolaylaştırır (Benli ve Yiğit 2005). Yarı çalimsı özelliği ve çekici çiçekleri nedeniyle süs bitkisi olarak, içerdiği etken maddeleri nedeniyle gıdaların saklanması ve arı hastalıkları mücadelesinde de kullanılmaktadır. Ayrıca böcekleri kovucu veya öldürücü özelliği sayesinde ambar zararlılarını kontrol etmede, nematod mücadelesinde de etkilidir (Başer 2001, Sarı ve Oğuz 2002).

### **Kekiğin Antioksidan Aktivitesi**

Kekiğin antioksidan aktivitesi yapısında bulunan fenolik bileşikler ve flavonoidlerden kaynaklanmaktadır. Timol ve karvakrol ise antioksidan aktiviteyi etkileyen majör etkili bileşiklerdir (Thamer 2018).



**Şekil 2.2.** Timol ve karvakrol yapısı

Youdim ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada kekik yağının bileşenlerinin antioksidan ve pro-oksidan özelliklerini karakterize etmişlerdir. Çalışma sonucunda kekik yağındaki bileşenlerin antioksidan aktivite sırası timol>karvakrol>y-terpinen> myrene> linalool> p-cymene> limonene> 1,8-cineole> $\alpha$ -pinen olarak tespit edilmiştir. Araştırmacılar, kekik yağının gıda endüstrisinde ve besin takviyesi olarak kullanılabilir nitelikte antioksidan özelliklere sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Kaya ve Turgut (2012), yumurtacı tavukların yumurtalarında lipit oksidasyonunu önleyici olarak, biberiye ekstraktının vitamin E yerine kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Roby ve ark. (2013) kekik, adaçayı ve mercanköşk bitkilerinin metanollü ekstraktlarının antioksidan aktivite değerini ve toplam fenolik madde miktarını DPPH ve Folin-Ciocalteu yöntemlerini kullanarak araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, toplam fenolik madde miktarı, kekik, adaçayı ve mercanköşk için sırasıyla 8.10, 5.95 ve 5.20 (mg GAE/g kuru ağırlık) olarak tespit edilmiştir. Kekiğin, toplam fenolik madde miktarına paralel olarak en yüksek antioksidan aktivite değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

*Thymus vulgaris*, *T. kotschyanus*, *Ziziphora tenuior* ve *Z. clinopodioides* esansiyel yağlarının fenolik madde miktarını, antioksidan kapasite değerini ve antibakteriyel özelliklerini in vitro olarak incelendiği bir çalışmada toplam fenolik madde miktarı için Folin-Ciocalteu, antioksidan aktivite değeri için DPPH, antibakteriyel aktivite için agar disk difüzyon ve minimum inhibisyon konsantrasyon yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma



sonucunda, *Ziziphora clinopodioides* ve *Thymus vulgaris* esansiyel yağlarının en yüksek antioksidan aktivite değerine, *Thymus vulgaris* esansiyel yağının en yüksek toplam fenol konsantrasyonuna ve antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuçta, *Ziziphora clinopodioides* ve *Thymus vulgaris* esansiyel yağlarının etkili antibakteriyel ve antioksidan özellikleri sayesinde gıda koruyucusu olarak kullanılabilceği bildirilmiştir (Aliakbarlu ve Shamelı 2013).

### **Kekiğın Sağıık Üzerine Etkisi**

Kekiğın etken maddesi karvakrol ve timol, antibakteriyel ve antifungal özellikleri ile bilinmekte, bu nedenle tıp ve eczacılıkta kullanım alanı bulmaktadır. Halk arasında kramp çözücü, dezenfekte edici ve balgam söktürücü olarak bilinen kekik, akciğer ve bronşlar, mide-bağırsak rahatsızlıkları için de kullanılmaktadır (Benli ve Yiğit 2005).

Ertürk ve ark. (2010) ticari olarak satılan kekik ve nane uçucu yağlarının, klinik açıdan önem taşıyan bakteri ve mayalar üzerine antimikrobiyal etkisini araştırmışlardır. Kekik ve nane uçucu yağlarının 21 bakteri ve 7 maya üzerindeki antimikrobiyal etkinliğı, disk difüzyon yöntemi kullanılarak test edilmiş ve araştırmannın verileri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Araştırmannın sonucunda, kekik yağının *Pseudomonas aeruginosa* hariç test edilen tüm mikroorganizmalara karşı güçlü antimikrobiyal etkinlik gösterdiği saptanmıştır. Araştırmacılar, bitkisel uçucu yağların antimikrobiyal etkileri sebebiyle, gıda, kozmetik endüstrisi ve tıbbi alanlarda alternatif olarak kullanılmaya aday olduğunu bildirmişlerdir.

Almaqtari ve ark. (2011) yaptıkları bir çalışmada kekik uçucu yağının kimyasal bileşimini, antibakteriyel ve antifungal özelliklerini araştırmışlardır. Antibakteriyel özellik, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Mycobacterium smegmatis* üzerinde; antifungal özellik ise *Candida albicans* ve *Candida vaginalis* üzerinde test edilmiştir. Çalışma sonucunda uçucu yağın baskın bileşenleri timol (% 51.34), p-simen (% 18.35) olarak tespit edilmiştir. Uçucu yağın test edilen mikroorganizmalara karşı önemli düzeyde antibakteriyel ve antifungal etki gösterdiği saptanmıştır. Araştırmacılar, kekik

uçucu yağının ucuz, doğal antibakteriyel ve antifungal madde kaynağı olarak kullanılabilceğini bildirmişlerdir.

Saki ve Kalantar (2014) tavukların diyetine eklenen kekik ekstraktının, tavukların büyüme performansı, bağışıklık tepkisi ve intestinal bakteri popülasyonundaki değişimi üzerine etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, kekik ekstraktı içirilen tavukların bağırsak florasında daha fazla sayıda laktik asit bakterisine rastlandığını saptamışlardır.

Boskoviç ve ark. (2015) *Thyme* ve *Oregano* cinsi kekik esansiyel yağlarının, gıda kaynaklı patojenler üzerindeki antibakteriyel etkilerini araştırmışlar ve bu amaçla *Salmonella enteritidis*, *Salmonella thyphimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* ve *Bacillus cereus*'u kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, kekik esansiyel yağının test edilen tüm mikroorganizmalara karşı antibakteriyel etki gösterdiği tespit edilmiştir.

#### **2.4. Nane (*Mentha spicata* L.)**

Nane, *Lamiaceae* familyasına ait, dünyanın birçok bölgesinde kültürü yapılan, ticari öneme sahip bir bitkidir (Herro ve Jacob 2010). Dünyada 25 tür ve çok sayıda melez türle temsil edilen nanenin ülkemizde 12 türü yayılış göstermektedir (Yıldırım 1996). Türkiye'de en yaygın bulunan tür *Mentha spicata* L.'dir. *Mentha spicata* %0.92-2.63 (ml/100 g) oranında uçucu yağ içermekte ve bu uçucu yağ da % 48.6-57.9 karvon, % 14.6-19.3 sineol, % 9.6-20.5 p-simen içermektedir (Kızıl ve ark. 2006).

Nane bitkisinin en önemli olan kısmı uçucu yağıdır. Nane yağları ve bunların ana bileşenleri mentol, karvon, pulegon, menton vb. parfüm, kozmetik, ilaç ve gıda endüstrilerinde aktif madde olarak; diğ macunlarında, sigara ve alkollü içeceklerde aroma ve koku bileşenleri olarak kullanılmaktadır (Kokkini 1994).

#### **Nanenin Antioksidan Aktivitesi**

*Mentha* türleri polifenollerce zengindir. Serbest radikallerle reaksiyona girebilen ve biyolojik sistemlere reaktif oksijen türlerinin saldırılarını sınırlandırabilen primer

antioksidan özelliğinin yanında serbest radikal temizleme özelliğine de sahiptir (Benabdallah ve ark. 2016).

Kamkar ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada *Mentha pulegium* türünün metanol ve su ekstraktları ile uçucu yağının, ayçiçek yağındaki antioksidan etkisini araştırmışlardır. Antioksidan etkinin tayini için DPPH ve  $\beta$ -karoten-linoleik asit yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda su ekstraktının, metanol ekstraktı ve nane uçucu yağına göre daha fazla antioksidan etki gösterdiği saptanmıştır. En az antioksidan etki ise nane uçucu yağında tespit edilmiştir.

Nickavar ve ark. (2010) beş farklı nane türünün antioksidan aktivitesini ve toplam fenolik madde miktarını araştırdıkları çalışmalarında, *Mentha. longifolia L.*, *M. piperita L.*, *M. pulegium L.*, *M. rotundifolia L.* ve *M. spicata L.* türlerinin etanol ekstraktlarını kullanmışlardır. Antioksidan aktivite tayini için DPPH ve ABTS yöntemi, fenolik madde miktarı için ise Folin-Ciocalteu metodu kullanılmıştır. Çalışma sonucunda *M. piperita*'nın en yüksek fenolik madde miktarına ve en güçlü antioksidan etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Mandana ve ark. (2011) yaptıkları bir çalışmada, *Mentha spicata L.* yapraklarından elde edilen, süper kritik karbondioksit ekstraktlarının antioksidan aktivitesi üzerine basınç, sıcaklık ve yardımcı çözücü akış hızının etkisini araştırmışlardır. Antioksidan aktivite DPPH yöntemi ile belirlendiği çalışma sonucunda, ekstraksiyon basıncının, sıcaklığın ve yardımcı çözücü akış hızının, elde edilen ekstraktların antioksidan aktivitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

### **Nanenin Sağlık Üzerine Etkisi**

Nanenin yaprakları, çiçeği, gövdesi, kabuğu ve tohumları dahil olmak üzere farklı kısımları, geleneksel halk tıbbında antimikrobiyal, gaz giderici, uyarıcı, antispazmodik olarak ve baş ağrısı ve sindirim bozuklukları gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Mikaili ve ark. 2013).

Jalilzadeh-Amin ve Maham (2015) nane esansiyel yağının sıçanlarda antidiyareik etkisini araştırmışlar ve aktivite tespiti için referans ilaç olarak loperamid kullanmışlardır. Nane esansiyel yağı verilen sıçanlarda bağırsak hiperaktivitesinde ve aşırı emilimde inhibisyon tespit edilmiş ve bulguların nane esansiyel yağının antidiyareik etkisini desteklediği bildirilmiştir.

Singh ve ark. (2015) nane yağının bazı Gram pozitif ve Gram negatif bakteri suşlarına karşı etkisini araştırmışlardır. Antibakteriyel aktivite agar kuyu difüzyon yöntemi ile değerlendirilmiştir. Uçucu yağın mikroorganizmaların büyümesini inhibe ettiği ve sonuçların ticari antibiyotik (gentamisin) ile karşılaştırılabilir olduğu tespit edilmiştir. Kekik uçucu yağının, ticari antibiyotiğe kıyasla daha geniş bir aktivite spektrumu, ancak daha zayıf inhibisyon gösterdiği saptanmıştır. Araştırmacılar nane yağının bazı gıda kaynaklı patojenleri inhibe ettiğini ve bu nedenle gıdalarda koruyucu madde olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Ardakani ve ark. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada hematopoetik kök hücre nakli yapılan hastalarda *Matricaria recutita* ve *Mentha piperita* ile hazırlanan bitkisel gargaraların oral mukozit tedavisi üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda hastalar tarafından bir hafta boyunca günde üç kez kullanılan bitkisel gargaraların, ağrı şiddetinde, ağız kuruluğunda ve disfajide önemli iyileşmeler sağladığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar, bitkisel gargara kullanan hastaların oral mukozit ile daha az komplikasyon ve semptom yaşadıklarını bildirmişlerdir.

Lim ve ark. (2018) *Mentha piperita* yağının *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Cronobacter sakazakii* ve *Salmonella enteritidis* üzerindeki antimikrobiyal etkisini araştırmışlardır. Araştırmada *Mentha piperita* yağının, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* ve *Cronobacter sakazakii*'ye karşı antimikrobiyal aktiviteler gösterdiği; ancak *Salmonella enteritidis*'in gelişimini inhibe etmediği tespit edilmiştir. Araştırmacılar sonuç olarak nane yağının Gram pozitif ve Gram negatif bakterilere karşı inhibe edici özelliğinin bulunduğunu ve nanenin biyoaktif özelliklerinden dolayı çeşitli süt ve süt ürünlerinde kaliteyi geliştirmek için gıda katkıları olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

## 2.5. Stevya (*Stevia rebaudiana Bertoni*)

Halk arasında şeker otu olarak adlandırılan *Stevia rebaudiana Bertoni*, Güney Amerika'da yetişen uzun ömürlü bir bitkidir. Bu bitki Guarani yerlileri tarafından yüzyıllarca hem ilaç olarak, hem de yiyeceklerde tatlandırıcı olarak kullanılmıştır. Bitkiye tatlı tadını veren bileşenler steviol glikozitlerdir. Stevya türünün 154 üyesinden sadece ikisi tatlı steviol glikozitler içerir. Bu üyelerden en yüksek oranda tatlandırıcı etkisi bulunan *Stevia rebaudiana Bertoni*, İsviçreli botanist Moises Santiago Bertoni tarafından 1889 yılında sınıflandırılmış ve ismini yine bu bilim adamından almıştır (Carino-Cortes ve ark. 2007).

Stevya yapraklarındaki steviosid maddesi insan vücudundaki tat duyuları tarafından aynı miktardaki normal şekerin 250-300 katı daha şekerli olarak algılanmaktadır (Ghanta ve ark., 2007).

Avrupa Birliği Komisyonu 2011 yılı Aralık ayı itibariyle steviol glikozitlerin E 960 sembolü ile 31 gıda kategorisinde kullanımını onaylamıştır.

Tropikal iklim bitkisi olan stevya ülkemizde özellikle Akdeniz ikliminin hakim olduğu bölgelerde üretilmektedir. Akdeniz bölgesinin yanı sıra Ege, Karadeniz ve İç Anadolu Bölgesinin bazı kısımlarında küçük ölçekli olarak üretildiği bilgileri mevcuttur (Sezgin ve Koç 2016).

Stevya, kurutularak öğütülmüş stevya yaprakları, konsantre sıvı stevya ekstraktı, toz stevya ekstraktı ve tablet şeklinde piyasaya sunulmaktadır. Endüstriyel olarak ise kek, süt, kahve kremaları, yoğurt, dondurma, alkollü ve alkolsüz içecekler, turşular, çeşniler, konserve ürünler, şekerleme ve sakızlarda kullanılmaktadır.

## Stevyanın Antioksidan Aktivitesi

*Stevia rebaudiana* yapraklarının antioksidan özelliği, içeriğindeki klorofil, karotenoid, fenolik bileşikler ve flavonoidler gibi polar bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Ruiz ve ark. 2015).

Ahmad ve ark. (2010) potansiyel doğal antioksidan olan *Ginkgo biloba*, *Stevia rebaudiana* ve *Parthenium hysterophorous*'un antioksidan aktivitesini araştırdıkları çalışmalarında antioksidan aktivite tayini için DPPH yöntemini kullanılmışlardır. Metanolle elde edilmiş ekstraktlarda stevyanın en az antioksidan aktiviteye, etanolle elde edilmiş ekstraktlarda ise *Ginkgo biloba*'dan sonra en yüksek antioksidan aktivite değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Hajihashemi ve Geuns (2013) yaptıkları bir çalışmada steviol glikozitler, steviol glukuronid, hidroksitrosol, metformin, aspirin ve *Stevia rebaudiana* yaprak ekstraktının serbest radikal temizleme aktivitesini araştırmışlardır. Stevya yaprak ekstratlarının diğerlerine göre çok yüksek oranda serbest radikal temizleme aktivitesi gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmacılar, stevya ekstraktlarının doğal bir antioksidan ajan olarak büyük bir potansiyele sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Periche ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada farklı sıcaklık (50 °C, 70 °C, 90 °C) ve süre (1, 5, 20, 40 dakika.) ile elde ettikleri stevya yaprağı infüzyonlarının antioksidan ve amino asit bileşimi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, antioksidan aktivite değerinde sıcaklığın süreden daha fazla etkili olduğunu tespit edilmiştir. Maksimum antioksidan aktivite değerine ulaşılan 90°C'de, 5 dakikadan sonra elde edilen infüzyonların arasında önemli bir fark saptanmamıştır. En yüksek antioksidan aktivite değeri 117 mg trolox/g, fenolik madde miktarı ise 90 mg GAE/g olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar tarafından, stevyanın evlerde demleme yöntemiyle kullanımının antioksidan aktivite içeriği için uygun bir yöntem olduğu bildirilmiştir.

## Stevyanın Sağlık Üzerine Etkisi

Stevya bitkisinden elde edilen ürünler Japonya ve Paraguay gibi bazı ülkelerde uzun yıllardır gıda ve ilaç olarak tüketilmektedir (İnanç ve Çınar 2009).

Shivanna ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada stevya yapraklarının ve ekstrakte edilmiş polifenollerin, streptozotosin ile indüklenen diyabetik sıçanlar üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Sıçanlar rastgele 8 gruba ayrılarak seçilen grupların diyeti stevya yaprak tozu ile desteklenmiştir. Yapılan testler sonucunda stevya yapraklarının, hipoglisemik etkisi ile birlikte diyabetik sıçanlarda karaciğer ve böbrek hasarını hafifletmede de önemli bir rolü olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar tarafından stevya yapraklarının, sıçanları streptozotosin kaynaklı diyabete karşı koruyabildiği, oksidatif stres riskini azaltabileceği, karaciğer ve böbrek hasarını hafifletebileceği bildirilmiştir.

Denina ve ark. (2014) stevyanın probiyotik bakteriler üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu kapsamda *Lactobacillus reuteri* suşlarının, steviosid ve rebaudiosid A varlığında gelişme kabiliyetleri test edilmiştir. Her iki glikozitin de analiz edilen suşları inhibe ettiği tespit edilmiştir. Steviosidlerin, fonksiyonel bir katkı maddesi olarak kullanılan probiyotiklerle birlikte kullanımına ait daha fazla araştırma yapılması gerektiği bildirilmiştir.

Rizwan ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada, 3 ay boyunca stevyanın konvansiyonel antihipertansif ve antidiyabetik ilaçlarla birlikte kullanımının, kronik böbrek hastaları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Süre sonunda yapılan biyokimyasal testler, kronik böbrek hastalarında bazı biyokimyasal parametrelerin önemli bir gelişme gösterdiği saptanmıştır. Araştırmacılar tarafından 9 aylık klinik çalışmanın tamamlanması ile stevyanın pozitif etkisinin bu hasta grubunda doğrulanabileceğini bildirmişlerdir.

## 2.6. Kurutma Yöntemleri

Hem kurutma yönteminin hem de uygulanan kurutma koşullarının seçiminin son ürün için kritik öneme sahip olduğu bilinmektedir. Farklı yöntemler ve koşullar son üründe istenmeyen görünüş, doku ve renk değişimine, nutrasötik özelliklerin kaybına ya da geliştirilmesine neden olabilir (Orphanides ve ark. 2013). Bu farklılık, günümüzde çeşitlenen farklı kurutma yöntemleri arasında da görülmekte ve araştırmalara konu olmaktadır.

Therdthai ve Zhou (2009) yaptıkları çalışmada vakumlu mikrodalga kurutma ve sıcak hava kurutma yöntemlerinin nane örnekleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu çalışma kapsamında 13.33 kPa. değerindeki basınç altında 3 farklı mikrodalga gücünde kurutma işlemi ile 60° C ve 70° C sıcaklıklarda sıcak hava kurutma işlemi uygulanmıştır. Çalışma sonucu elde edilen verilere göre, vakumlu mikrodalga kurutma yönteminin sıcak hava ile kurutma yöntemine göre kuruma süresini %85–90 oranında düşürdüğü görülmüştür. Rehidrasyon testleri ile rehidrasyon oranının, vakumlu mikrodalga ile kurutulan örneklerde çok daha yüksek oranda olduğu görülmüştür. Yapılan renk analizleri sonucunda mikrodalgada kurutulan nane yapraklarının renk değişiminin daha az olduğu saptanmıştır. Taramalı elektron mikrograflarından elde edilen sonuca göre vakumlu mikrodalga ile kurutulmuş örneklerin sıcak havada kurutulanlara göre daha gözenekli ve homojen bir yapıya sahip olduğu saptanmıştır.

Calı'n-Sa'nchez ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada kurutma yöntemlerinin kekikteki (*Thymus vulgaris L.*) aroma bileşenleri üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. Bu çalışma kapsamında konvektif, vakum-mikrodalga ve dondurarak kurutma yöntemleri ile ön kurutma olarak konvektif kurutmanın kullanıldığı vakum-mikrodalga kurutma yöntemi test edilmiştir. Mikrodalgada 240 W, 360 W ve 480 W değerleri kullanılmıştır. Kekikteki uçucu bileşenler hidrodilasyon yöntemi ile ekstrakte edilmiş ve gaz kromatografisiyle analiz edilmiştir. Ana bileşenler timol, c-terpinen, p-simen, kariofilen, ve a-terpinen olmak üzere 33 bileşen tanımlanmıştır. 240 W ve 360 W ile kurutulmuş örneklerin dışındaki örneklerde toplam uçucu bileşenlerin miktarı taze kekiğe göre azalmıştır. 40 °C



ve 240 W kombinasyonun kullanıldığı yöntem, kurutma süresi, duyu özellikler ve aroma kalitesi değerlendirildiğinde en uygun yöntem olarak belirlenmiştir.

Pirbalouti ve ark. (2013) yaptıkları bir çalışmada farklı kurutma yöntemlerinin yeşil ve mor fesleğenin kalitatif ve kantitatif karakteristikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu çalışma kapsamında örnekler güneşte, gölgede, fırında 40 °C ve 60 °C’de, 500 W ile mikrodalgada ve dondurarak kurutma yöntemleriyle kurutulmuştur. Örneklerdeki esansiyel yağlar hidrodistilasyon ile ekstrakte edilmiş ve GC, GC-MS kullanılarak analiz edilmiştir. En yüksek esansiyel yağ verimi her iki çeşit için gölgede kurutulmuş, mor fesleğen için dondurarak kurutulmuş, yeşil fesleğenin ise taze işlenmemiş halinden elde edilmiştir. Kurutma sıcaklığı artışının tüm örneklerin esansiyel yağ içeriğini önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir.

Sárosi ve ark. (2013)’nın yaptığı bir çalışmada GC-MS ve duyu profil yöntemleri ile farklı kurutma tekniklerinin (doğal yolla, konvektif kurutma 30 °C, 40 °C ve 50 °C’de ve liyofilizasyon) *Thymus vulgaris L.* bitkisinin esansiyel yağ bileşimi ve renk üzerine etkisi incelenmiştir. Ölçülen esansiyel yağ miktarları kuru madde bazında 0.69 mL / 100 g ve 1.84 mL / 100 g değerleri arasında saptanmıştır. En kabul edilebilir ölçüde esansiyel yağ kaybı, en yüksek kurutma sıcaklığı (50 °C) ve liyofilizasyon yönteminde tespit edilmiştir. Temel esansiyel yağ bileşimi olan timol oranı %58,57 (30 °C’de kurutulmuş örnek) ve %71,19 (liyofilizasyon işlemi uygulanmış örnek) oranlarında bulunmuştur.

Periche ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada, farklı kurutma şartlarının stevia yapraklarındaki steviol glikozitler (stevioside, dulcoside A, rebaudioside A and rebaudioside C) ve antioksidanlar üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu çalışma kapsamında 100 °C ve 180 °C’de sıcak havayla kurutma, dondurarak ve gölgede kurutma yöntemleri uygulanmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre; temel glikozitlerden olan steviosid, taze yapraklarda 81.2 mg/g oranında bulunmuştur. Steviosidler, gölgede kurutma yönteminde en az olmak üzere tüm kurutma uygulamalarında önemli ölçüde azalmıştır. Antioksidan parametreleri (toplam fenol, flavonoidler, toplam antioksidan) göz önüne alındığında en uygun metodun 180 °C’de sıcak havayla kurutma yöntemi olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar bu nedenle stevia yapraklarını kurutmak için en

uygun yöntemin son ürünün kullanım amacına (tatlandırıcı, antioksidan) bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Sadece bir işlem seçilmesi gerekirse optimum yöntemin 180°C’de sıcak havayla kurutma yöntemi olduğu ifade edilmiştir.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada, materyal olarak 2016 Kasım-Aralık aylarında Bursa ve Adana illerindeki satış noktalarından tesadüfi olarak alınan biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevya örnekleri kullanılmıştır. Örnekler kurutma işlemlerine kadar 4°C’de muhafaza edilmiştir.

Taze ve kurutulmuş örneklerden elde edilen ekstraktların toplam antioksidan aktiviteleri DPPH yöntemi ile toplam fenolik madde miktarları ise Folin Ciocalteu yöntemiyle spektrofotometrik olarak analiz edilmiştir.

Analizlerde, DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), Troloks (6-Hydroxy-2,5,7,8 tetramethylchromane-2-carboxylic acid), sodyum karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), sodyum hidroksit ( $\text{NaOH}$ ), potasyum sodyum tartarat ( $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ), bakır sülfat ( $\text{CuSO}_4$ ), gallik asit ( $\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_3\text{COOH}$ ), Folin-Ciocalteu fenol reaktifi ve HPLC saflıktaki metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) kullanılmıştır.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Kurutma Yöntemleri

Çizelge 3.1. Kurutma Yöntemleri

|  |   |
|--|---|
| Kurutma Tünelinde Kurutma<br>(30 °C, 40 °C, 50°C)          | Örnekler Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü pilot tesisinin kurutma tünelindeki kurutma tepsilerine ince bir tabaka halinde yayılarak kurutulmuştur. Kurutma süresi için literatür taramalarındaki süreler baz alınmıştır (Polatçı ve Tarhan 2009). Belirlenen süre sonunda nem miktarının %10-15 ve altında olup olmadığı kontrol edilerek kurutma işlemi sonlandırılmıştır. |
| Mikrodalga Fırında Kurutma<br>(450 W, 600 W, 700 W, 800 W) | Örneklerin yaprakları Samsung ME711K/AND marka mikrodalga fırın tablasına ince bir tabaka halinde yayılarak seçilen güç seviyelerinde literatür taramalarındaki süreler baz alınarak kurutulmuştur (Orphanides ve ark. 2013).   |
| Güneşte Kurutma  | Örnekler açık alanda gün boyu güneş ışınlarına maruz kalacak şekilde (ortalama 20.3 °C sıcaklık ve ortalama %86 nem oranı) literatür taramalarındaki süreler baz alınarak kurutulmuştur (Roshanak ve ark. 2015).  |
| Gölgede Kurutma  | Güneş ışınlarından korunması için hava geçişini engellemeyecek şekilde üzeri kapatılan örnekler açık alanda (ortalama 20.3 °C sıcaklık ve ortalama %86 nem oranı) literatür taramalarındaki süreler baz alınarak kurutulmuştur (Periche ve ark. 2016).  |
| Buzdolabında Kurutma                                       | Örnekler ortalama 4 °C'deki Indesit TNIAA 9 F (TK) A+ 437 marka buzdolabı raflarına ince bir tabaka halinde yerleştirilmiş ve belirli zaman aralıklarında örnekler alınarak istenilen nem oranına (%10-15) ulaşılan kadar kurutmaya devam edilmiştir.   |

### 3.2.2. Fenolik Bileşiklerin Ekstraksiyonu

Biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevya örneklerinden fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu Vitali ve ark. (2009)'nın belirttikleri yöntemde bazı değişiklikler yapılarak

gerçekleştirilmiştir. Bunun için  $2,0 \pm 0,0001$  g örnek falkon tüplerine tartılmıştır. Örneklerin üzerine 20 mL 1:80:10 oranında  $HCL_{kons}$ /metanol/su karışımı eklenerek ve orbital çalkalayıcıda  $20^{\circ}C$ 'de 2 saat boyunca çalkalanmıştır. Süre sonunda örnekler 3500 rpm'de 10 dakika santrifüjlenmiştir. Santrifüj sonrası çözünür ve serbest fenollerini içeren supernatantlar elde edilmiş ve analiz edilinceye kadar  $-20^{\circ}C$ 'de muhafaza edilmiştir.

### **3.2.3. Toplam Nem Miktarı Tayini**

Etüvde sabit ağırlığa getirilmiş kurutma kaplarına biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevia örneklerinden yaklaşık 5 g tartılmıştır. Örnekler  $105^{\circ}C$ 'lik etüvde sabit ağırlığa gelene kadar tutulduktan sonra desikatöre alınmış ve oda sıcaklığına geldiğinde tartım yapılmıştır. Ağırlık kaybından yararlanılarak örneklerin nem miktarı g/100g olarak belirlenmiştir (Uylaşer ve Başoğlu 2011).

### **3.2.4. Renk Analizi**

Biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevia örneklerinde renk analizi ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri), renk ölçüm cihazı (MSEZ-4500L, HunterLab, Virjinya, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cihazın kalibrasyonu standart beyaz ve siyah plaka ile yapılmıştır. Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından geliştirilen sisteme göre oluşturulmuş bu cihazda: "L değeri" 0-100 aralığında aydınlık derecesini; "a değeri" kırmızı veya yeşilliği; "b değeri" ise sarı veya maviliği göstermektedir.

### **3.2.5. Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini**

Biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevia örneklerinden 3.2.1'de verilen yönteme göre elde edilen ekstraktların toplam fenolik madde miktarı Folin Ciocalteau yöntemi (Vitali ve ark. 2009, Naczki ve Shahidi 2004) kullanılarak belirlenmiştir. Yöntemde standart olarak gallik asit kullanılmıştır.

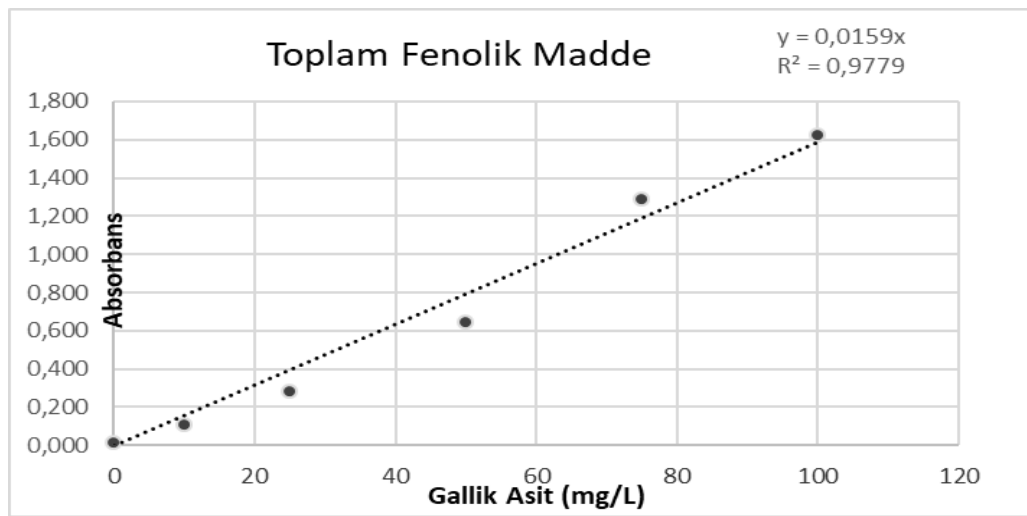
Analiz için Lowry A, Lowry B ve Lowry C (50 mL Lowry A + 1 mL Lowry B) çözeltileri hazırlanmıştır. Lowry A: 0.1 mol/L NaOH içinde %2'lik  $Na_2CO_3$ ; Lowry B : %1'lik

NaKC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> içinde %0,5 CuSO<sub>4</sub> olacak şekilde hazırlanmıştır. Reaktif olarak 1:3 oranında H<sub>2</sub>O ile seyreltilmiş Folin-ciocalteu kullanılmıştır.

**Gallik asit kalibrasyon standartlarının hazırlanması:** Gallik asit standart çözeltisi için 5 mg gallik asit 50 mL balon jöje içerisine tartılmış ve saf su ile çizgisine tamamlanmıştır. Hazırlanmış olan stok çözeltilerden seyreltmeler yapılarak 5-50 mg/L konsantrasyon aralığında kalibrasyon standartları hazırlanmıştır.

Analizde kullanılacak ekstrakt miktarı, renk denemeleri ve UV spektrometrede okunan değer aralıklarına göre belirlenmiştir. Belirlenen miktarda örnek (x mL) tüplere alınmış, üzerine (2-x) mL saf su ve 2,5 mL Lowry C çözeltisi ilave edilip karıştırıldıktan sonra 10 dakika beklenmiştir. Sonra üzerine 0,25 mL Folin-ciocalteu reaktifi eklenip karıştırılmış ve oda sıcaklığında tekrar 30 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda oluşan berrak mavi rengin absorbans değeri UV spektrofotometre ile 750 nm'de kör örneğe (saf su) karşı okunmuştur.

Gallik asit kalibrasyon çözeltilerinin UV spektrofotometredeki okumaları ile elde edilen absorbans değerlerinden kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur (Şekil 3.1). Sonuçlar elde edilen eğrinin regresyon eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmış ve seyreltme oranları dikkate alınarak mg GAE (Gallik Asit Eşdeğeri)/100 g örnek olarak verilmiştir.



Şekil 3.1. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde kullanılan gallik asit kalibrasyon eğrisi

### 3.2.6. Antioksidan Aktivite Tayini

Biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevya örneklerinden 3.2.1’de belirtilen yönteme göre elde edilen ekstraktların antioksidan aktivite değerleri DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikali kullanılarak, Boskou ve ark. (2006)’nın belirttiği spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. Bu amaçla 0,1 mL biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevia ekstraktlarına 3,9 mL DPPH ( $6 \times 10^{-5}$  M) çözeltisi eklenerek vorteks ile karıştırılmış ve absorbansın sabit bir değere ulaşması için karışım 30 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda absorbans değerleri UV spektrofotometre ile kör örneğe (0,1 mL saf metanol+3,9 mL DPPH çözeltisi) karşı 517 nm’de okunmuştur.

**DPPH çözeltisinin hazırlanması:** Stok çözelti için 0,0394 g DPPH radikali 100 mL’lik balon jøjeye tartılarak metanolla 100 mL’ye tamamlanmıştır. Analizlerde kullanılacak DPPH çözeltisi ( $6 \times 10^{-5}$  M) için, stok çözeltiden 6 mL alınarak balon jøjede 100 mL’ye metanol ile tamamlanmıştır.

UV spektrofotometredeki absorbans ölçüm sonuçlarından antioksidan aktivite değerleri % olarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{Antioksidan Aktivite} = \frac{\text{Kör örneğin absorbansı} - \text{Örneğin absorbansı}}{\text{Kör örneğin absorbansı}} \times 100$$

### 3.2.7 İstatistiksel Analiz

Biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevya örneklerine ait verilerin farklı kurutma yöntemleri bakımından değerlendirilmesine yönelik istatistiksel analizler Minitab 19 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tüm analizler 3 tekrarlı olarak yapılmış ve analiz sonuçları ortalama  $\pm$  standart sapma olarak verilmiştir. Elde edilen ortalamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde  $p < 0,05$  düzeyinde Tukey’s çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

## 4.BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1. Toplam Nem Miktarlarına Ait Analiz Sonuçları ve Tartışma

Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmuş biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevya örneklerinin belirtilen süre sonundaki nem miktarlarına ait sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir. Kurutma süreleri literatür taramalarındaki süreler baz alınarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak farklı kurutma yöntemleri ile kurutulmuş örneklerin nem miktarları arasında anlamlı bir fark bulunduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ). Kurutma işlemlerinde bitkilerin nem oranın, kritik değer olan %10-15 seviyesine düşürülmesi amaçlanmıştır. Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi, biberiyenin nem miktarı %7,39-10,17, fesleğenin %9.31-12,58, kekiğin %7,76-11,67, nanenin %8,40-15,08, stevyanın %8,32-14,87 arasında değişmektedir. Tüm örnekler için en yüksek nem miktarı, buzdolabında kurutulan, en düşük nem miktarı ise mikrodalga fırında 700 W güç seviyesinde kurutulan örneklerde tespit edilmiştir.



**Çizelge 4.1.** Biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevyanın nem miktarları (%)

| Kurutma Yöntemleri         |       | Biberiye                             | Fesleğen                            | Kekik                              | Nane                                | Stevya                                 |
|----------------------------|-------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|
| Kurutma Tünelinde Kurutma  | 30 °C | 8,45±0,23 <sup>bc*</sup><br>50 sa.   | 10,24±1,17 <sup>c</sup><br>50 sa.   | 9,59±0,44 <sup>abc</sup><br>50 sa. | 13,95±1,30 <sup>ab</sup><br>50 sa.  | 11,62±1,80 <sup>bc</sup><br>50 sa.     |
|                            | 40 °C | 9,00±0,13 <sup>b</sup><br>34 sa.     | 10,74±0,44 <sup>bc</sup><br>34 sa.  | 11,01±0,14 <sup>a</sup><br>34 sa.  | 13,76±0,50 <sup>ab</sup><br>34 sa.  | 12,85±1,16 <sup>ab</sup><br>34 sa.     |
|                            | 50 °C | 8,92±0,48 <sup>b</sup><br>26 sa.     | 11,92±0,15 <sup>ab</sup><br>26 sa.  | 10,71±0,10 <sup>ab</sup><br>26 sa. | 14,26±0,15 <sup>ab</sup><br>26 sa.  | 11,28±1,05 <sup>bcd</sup><br>26 sa.    |
| Mikrodalga Fırında Kurutma | 450 W | 7,95±0,34 <sup>cd</sup><br>4,30 dak. | 9,61±0,38 <sup>c</sup><br>4,30 dak. | 8,71±1,87 <sup>bc</sup><br>3 dak.  | 13,16±0,91 <sup>bc</sup><br>4 dak.  | 10,17±1,00 <sup>bcd</sup><br>3,30 dak. |
|                            | 600 W | 7,71±0,27 <sup>d</sup><br>3 dak.     | 9,44±0,09 <sup>c</sup><br>2 dak.    | 8,82±1,01 <sup>bc</sup><br>2 dak.  | 9,21±0,78 <sup>d</sup><br>4 dak.    | 9,08±0,50 <sup>cd</sup><br>3,30 dak.   |
|                            | 700 W | 7,39±0,15 <sup>d</sup><br>2,30 dak.  | 9,31±0,06 <sup>c</sup><br>1,30 dak. | 7,76±0,10 <sup>c</sup><br>2 dak.   | 8,40±0,39 <sup>d</sup><br>2,30 dak. | 8,32±0,42 <sup>d</sup><br>2,30 dak.    |
|                            | 800 W | 7,46±0,18 <sup>d</sup><br>2 dak.     | 9,42±0,02 <sup>c</sup><br>1 dak.    | 7,96±0,12 <sup>c</sup><br>2 dak.   | 8,78±0,10 <sup>d</sup><br>1,30 dak. | 8,41±0,63 <sup>d</sup><br>2 dak.       |
| Güneşte Kurutma            |       | 9,03±0,29 <sup>b</sup><br>48 sa.     | 12,52±1,02 <sup>a</sup><br>48 sa.   | 10,48±0,12 <sup>ab</sup><br>48 sa. | 11,55±0,47 <sup>c</sup><br>48 sa.   | 11,46±0,09 <sup>bcd</sup><br>48 sa.    |
| Gölgede Kurutma            |       | 8,83±0,16 <sup>b</sup><br>48 sa.     | 12,51±0,51 <sup>a</sup><br>48 sa.   | 11,14±0,05 <sup>a</sup><br>48 sa.  | 11,69±0,08 <sup>c</sup><br>48 sa.   | 12,45±1,16 <sup>ab</sup><br>48 sa.     |
| Buzdolabında Kurutma       |       | 10,17±0,06 <sup>a</sup><br>90 sa.    | 12,58±0,57<br>84 sa.                | 11,67±0,68 <sup>a</sup><br>84 sa.  | 15,08±0,12 <sup>a</sup><br>84sa.    | 14,87±1,72 <sup>a</sup><br>84 sa.      |
| Taze Örnek                 |       | 63,46 ±0,21                          | 78,28 ±0,48                         | 74,83 ±0,72                        | 69,37 ±0,25                         | 79,42 ±1,21                            |

\*Ortak harfi olmayan ortalamalar arasında farklılık istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

Konuyla ilgili literatür incelendiğinde, Polatçı (2008) tarafından fesleğen ile gerçekleştirilen bir çalışmada 35 °C, 45 °C ve 55 °C’de etüvde kurutulan fesleğenin nem miktarının %10,07-14,24 arasında değiştiği belirtilmiştir. Orphanides ve ark. (2013) mikrodalga fırında (800W) 80 saniye boyunca kuruttukları bahçe nanesindeki nem miktarının %8,0±1,3 olduğunu bildirmiştir. Gasmalla ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada stevya yaprakları 5 gün boyunca güneşte, 60 °C’de 16 saat boyunca kurutma tünelinde ve 6 dakika boyunca mikrodalga fırında (700W) kurutulmuş ve sonuçta yaprakların nem oranları sırasıyla %10,73, %7,46, %4,45 olarak saptanmıştır. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar diğer çalışmalarda olduğu gibi biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevyanın farklı kurutma yöntemleri sonucunda son nem miktarları istatistiksel olarak önemli düzeyde değişiklik göstermektedir. Çalışmamızda elde edilen değerler ile diğer araştırmacıların değerleri arasında benzerlik olduğu görülmektedir.

## 4.2. Renk Analizi Sonuçları ve Tartışma

### 4.2.1. Biberiyenin Renk Analizi

Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmuş biberiyenin, yapılan ölçümler sonucunda L\*, a\* ve b\* değerlerine ait veriler Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2.Biberiyenin farklı kurutma yöntemleri sonucundaki L\*, a\*, b\* değerleri

| Kurutma Yöntemleri         |       | L*                       | a*                      | b*                       | ΔE                       |
|----------------------------|-------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Kurutma Tünelinde Kurutma  | 30 °C | 40,06±4,28 <sup>f</sup>  | 0,09±0,10 <sup>a</sup>  | 13,67±1,83 <sup>e</sup>  | 20,25±3,10 <sup>a</sup>  |
|                            | 40 °C | 51,12±0,22 <sup>b</sup>  | -3,49±0,81 <sup>b</sup> | 16,40±1,31 <sup>d</sup>  | 8,32±0,80 <sup>d</sup>   |
|                            | 50 °C | 50,53±0,56 <sup>bc</sup> | -3,27±0,05 <sup>b</sup> | 18,86±0,56 <sup>bc</sup> | 8,09±0,57 <sup>d</sup>   |
| Mikrodalga Fırında Kurutma | 450 W | 38,34±1,01 <sup>f</sup>  | -4,53±0,28 <sup>b</sup> | 20,61±0,20 <sup>ab</sup> | 19,88±1,02 <sup>ab</sup> |
|                            | 600 W | 41,71±0,54 <sup>ef</sup> | -5,49±0,10 <sup>b</sup> | 20,92±0,20 <sup>ab</sup> | 16,51±0,54 <sup>b</sup>  |
|                            | 700 W | 41,72±0,55 <sup>ef</sup> | -5,29±0,40 <sup>b</sup> | 22,21±0,48 <sup>a</sup>  | 16,62±0,58 <sup>b</sup>  |
|                            | 800 W | 45,25±0,69 <sup>de</sup> | -5,20±0,19 <sup>b</sup> | 19,83±0,28 <sup>b</sup>  | 12,96±0,68 <sup>c</sup>  |
| Güneşte Kurutma            |       | 46,17±0,69 <sup>cd</sup> | -4,74±0,58 <sup>b</sup> | 17,61±0,12 <sup>cd</sup> | 12,33±0,63 <sup>c</sup>  |
| Gölgede Kurutma            |       | 45,73±0,35 <sup>de</sup> | -5,36±0,07 <sup>b</sup> | 17,60±0,02 <sup>cd</sup> | 12,73±0,32 <sup>c</sup>  |
| Buzdolabında Kurutma       |       | 45,54±0,61 <sup>de</sup> | -6,38±0,04 <sup>b</sup> | 20,35±0,67 <sup>ab</sup> | 12,71±3,10 <sup>c</sup>  |
| Taze Örnek                 |       | 58,21±1,96 <sup>a</sup>  | -5,41±0,07 <sup>b</sup> | 20,17±0,04 <sup>ab</sup> | 0                        |

\*Ortak harfi olmayan ortalamalar arasında farklılık istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

Tüm kurutma yöntemleri arasında taze biberiye örneklerine en yakın L\* değeri, kurutma tünelinde 40 °C ve 50°C’de, en uzak değer ise kurutma tünelinde 30 °C’de ve mikrodalga fırında 450 W, 600 W ve 700 W güç seviyesinde kurutulmuş örneklerde tespit edilmiştir. Mikrodalga fırında kurutma yönteminin diğer yöntemlere göre taze örneğin parlaklık değerinde daha fazla değişime neden olduğu görülmüştür. Güç seviyesi 800 W’a çıkınca parlaklık değerinde artış saptanmıştır.450 W, 600 W ve 700 W güç seviyelerinde kurutulmuş örneklerin parlaklık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli

bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Gölgede ve buzdolabında kurutulmuş örneklerin  $L^*$  değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmazken ( $p>0,05$ ), güneşte kurutulmuş örneklerin parlaklık değerinin taze örneğe daha yakın değerde olduğu tespit edilmiştir.

Taze örneğin  $a^*$  değerinde kurutma tüneline 30 °C’de kurutulmuş örnekler dışındaki örneklerde istatistiksel olarak önemli bir değişim saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). 30 °C’de kurutulmuş örneklerin  $a^*$  değerindeki artışın sebebinin, bu sıcaklıkta meydana gelen enzimatik reaksiyonlar sonucu oluşan pigment değişimlerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda mikrodalga fırında 450 W ve 600 W güç seviyelerinde ve buzdolabında kurutulmuş örnekler dışında, tüm yöntemlerle kurutulmuş örnekler ile taze örneğin  $b^*$  değeri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kurutma tüneline sıcaklık arttıkça örneklerin sarılık değeri de artmıştır. Taze örneğin sarılık değerine en uzak sarılık değer 30 °C’de kurutulmuş örneklerde tespit edilmiştir. Güneşte ve gölgede kurutulmuş örneklerin sarılık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Mikrodalga fırında kurutulmuş örneklerde ise en yüksek sarılık değeri 800 W güç seviyesinde kurutulmuş örneklerde saptanmıştır.

Hesaplanan  $\Delta E$  değerine göre ise en az değişim kurutma tüneline 40 °C ve 50 °C’de kurutulmuş örneklerde tespit edilmiştir. Diğer kurutma yöntemlerindeki değişimin güneşten gelen UV ışınları, kurutma süresinin uzunluğu ve mikrodalga fırındaki yüksek enerjiden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Arslan ve Özcan (2008) yaptıkları çalışmada güneşte, kurutma tüneline (50 °C) ve mikrodalga fırında (700 W) kurutulmuş biberiye örneklerinin  $L^*$  ve  $b^*$  değerinde azalma,  $a^*$  değerinde ise artış tespit etmişlerdir. Bu çalışmanın bulgularına benzer olarak çalışmamızda da  $L^*$  ve  $b^*$  değerlerinde azalma tespit edilmiştir. Ancak  $a^*$  değerinde önemli bir fark tespit edilmemiştir. Bulgular arasındaki farklılığın kurutma süresi, bitki materyali ve kullanılan cihazlardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

#### 4.2.2. Fesleğenin Renk Analizi

Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmuş fesleğenin, yapılan ölçümler sonucunda L\*, a\* ve b\* değerlerine ait veriler Çizelge 4.3'te verilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Fesleğenin farklı kurutma yöntemleri sonucundaki L\*, a\*, b\* değerleri

| Kurutma Yöntemleri         |       | L*                       | a*                        | b*                        | ΔE                       |
|----------------------------|-------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Kurutma Tünelinde Kurutma  | 30 °C | 40,34±4,77 <sup>c*</sup> | 2,07±0,09 <sup>a</sup>    | 11,08±3,79 <sup>d</sup>   | 20,49±3,88 <sup>a</sup>  |
|                            | 40 °C | 52,57±2,14 <sup>a</sup>  | -6,95±0,60 <sup>def</sup> | 29,07±1,17 <sup>a</sup>   | 3,93±1,20 <sup>d</sup>   |
|                            | 50 °C | 51,91±0,20 <sup>a</sup>  | -4,82±2,06 <sup>cd</sup>  | 28,75±0,54 <sup>a</sup>   | 5,36±1,55 <sup>d</sup>   |
| Mikrodalga Fırında Kurutma | 450 W | 38,07±0,70 <sup>c</sup>  | -5,12±0,23 <sup>d</sup>   | 17,34±0,13 <sup>bcd</sup> | 13,76±0,41 <sup>bc</sup> |
|                            | 600 W | 40,98±0,67 <sup>c</sup>  | -6,47±0,03 <sup>de</sup>  | 17,38±0,03 <sup>bcd</sup> | 11,14±0,40 <sup>c</sup>  |
|                            | 700 W | 39,6±0,67 <sup>c</sup>   | -7,81±0,04 <sup>ef</sup>  | 19,00±0,10 <sup>bc</sup>  | 11,12±0,61 <sup>c</sup>  |
|                            | 800 W | 39,37±0,67 <sup>c</sup>  | -7,82±0,03 <sup>ef</sup>  | 18,48±0,24 <sup>bc</sup>  | 11,61±0,70 <sup>c</sup>  |
| Güneşte Kurutma            |       | 39,87±2,37 <sup>c</sup>  | -2,21±0,11 <sup>bc</sup>  | 14,90±0,19 <sup>cd</sup>  | 18,11±0,23 <sup>ab</sup> |
| Gölgede Kurutma            |       | 42,19±1,11 <sup>bc</sup> | -0,80±0,09 <sup>b</sup>   | 14,09±0,89 <sup>cd</sup>  | 15,61±0,95 <sup>bc</sup> |
| Buzdolabında Kurutma       |       | 44,65±2,80 <sup>bc</sup> | -7,10±0,38 <sup>def</sup> | 23,24±3,02 <sup>ab</sup>  | 5,45±2,63 <sup>d</sup>   |
| Taze Örnek                 |       | 48,09±4,48 <sup>ab</sup> | -9,17±2,03 <sup>f</sup>   | 25,86±5,03 <sup>a</sup>   | 0                        |

\*Ortak harfi olmayan ortalamalar arasında farklılık istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

Taze fesleğen ile kurutma tünelinde 40°C ve 50°C'de, gölgede ve buzdolabında kurutulmuş örneklerin L\* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0,05). Diğer tüm kurutma yöntemlerinde L\* değeri taze fesleğen örneğine göre azalmıştır.

L\* değerinde en fazla azalma mikrodalga fırında kurutulmuş örneklerde saptanmıştır. Farklı güç seviyelerinde kurutulmuş örnekler arasındaki parlaklık farkı istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0,05). Gölgede, buzdolabında ve güneşte kurutulan örnekler kıyaslandığında istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmamıştır (p>0,05) (Çizelge 4.3).

Kurutma tüneline 40 °C’de, mikrodalga fırında 700 W ve 300 W güç seviyelerinde ve buzdolabında kurutulmuş örnekler dışındaki örnekler ile taze örneğin a\* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuş ( $p<0,05$ ) ve a\* değerinin kurutma ile arttığı tespit edilmiştir. Elde edilen verilere göre kurutma tüneline kurutulmuş örneklerde, taze örneğe en yakın kırmızılık değeri 40 °C’de, en uzak değer ise 30 °C’de kurutulmuş örneklerde görülmüştür. Bu farkın 30 °C’de kurutulan örneklerde kurutma süresinin uzunluğundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Mikrodalga fırında 700W ve 800 W güç seviyelerinde kurutulan örneklerin a\* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Güç seviyesi azaldıkça kurutulan örneğin kırmızılığı artmıştır (Çizelge 4.3). Bu artışın kurutma süresinin artışından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Güneşte, gölgede ve buzdolabında kurutulan örneklerde, taze örneğe en yakın kırmızılık değerinin buzdolabında kurutulan, en uzak değer ise gölgede kurutulan örneklerde olduğu saptanmıştır. Bunun gölgede ve güneşte kurutulan örneklerin direkt ve indirekt olarak güneş ışınlarına maruz kalmasından ve farklı kurutma sürelerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda kurutma tüneline 40 °C ve 50 °C’de, buzdolabında kurutma yöntemleri dışında tüm yöntemlerle kurutulmuş örnekler ile taze örneğin b\* değeri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Bu sıcaklıklarda kurutulan örneklerin b\* değeri 30 °C’de kurutulan örneğe göre daha yüksektir. Mikrodalga fırında 700W ve 800W güç seviyelerinde kurutulan örneklerin sarılık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamış ( $p>0,05$ ) olup daha düşük güç seviyelerinde kurutulan örneklere göre daha yüksektir. Güneşte ve gölgede kurutulan örneklerin sarılık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Buzdolabında kurutulan örneklerin b\* değeri gölgede ve güneşte kurutulan örneklere göre daha yüksek ve taze örneğe en yakın değerdedir (Çizelge 4.3).

Hesaplanan  $\Delta E$  değerine göre ise en az değişim kurutma tüneline 40 °C, 50 °C’de ve buzdolabında kurutulmuş örneklerde tespit edilmiştir.

Cesare ve ark. (2003) mikrodalga fırında ve kurutma tüneline 50 °C'de kurutulan fesleğen örneklerinin parlaklık değerinde taze örneğe göre azalma tespit etmişlerdir. Çalışmamızda ise 50 °C'de kurutulmuş örneklerin parlaklık değerinde önemli bir değişim saptanmamıştır. Bu farkın kurutma süresi ve kurutma tünelineki hava akış hızı farkından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Lima-Correa ve ark. (2017) 30 °C, 45 °C ve 60 °C'de kuruttukları fesleğen örneklerinin L\* değerlerinde taze örneğe göre azalma, a\* değerinde artma, b\* değerinde ise azalma tespit etmişlerdir. Sıcaklığın 30 °C'den 40 °C'ye yükselmesiyle b\* değerinde de artış saptanmıştır. Polatçı (2008) tarafından yapılan çalışmada kurutma tüneline 35 °C'de kurutma yönteminin, 45 °C ve 55 °C'de kurutma yöntemlerine göre taze fesleğenin parlaklık değerini daha fazla azalttığı tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen bulgular ile bu bulgular arasında benzerlik görülmektedir.

### 4.2.3. Kekiğin Renk Analizi

Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmuş kekiklerin, yapılan ölçümler sonucunda L\*, a\* ve b\* değerlerine ait veriler Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Kekiğin farklı kurutma yöntemleri sonucundaki L\*, a\*, b\* değerleri

| Kurutma Yöntemleri         |       | L*                       | a*                       | b*                        | ΔE                       |
|----------------------------|-------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Kurutma Tünelinde Kurutma  | 30°C  | 41,06±0,48 <sup>bc</sup> | -4,10±0,02 <sup>b</sup>  | 18,35±0,47 <sup>de</sup>  | 13,70±0,13 <sup>b</sup>  |
|                            | 40°C  | 40,20±0,84 <sup>cd</sup> | -5,23±0,08 <sup>c</sup>  | 20,42±0,06 <sup>bc</sup>  | 14,22±0,29 <sup>b</sup>  |
|                            | 50°C  | 45,36±1,34 <sup>a</sup>  | -5,15±0,51 <sup>c</sup>  | 20,61±0,45 <sup>b</sup>   | 9,13±0,09 <sup>c</sup>   |
| Mikrodalga Fırında Kurutma | 450 W | 39,77±0,65 <sup>cd</sup> | -5,83±0,19 <sup>d</sup>  | 19,98±0,81 <sup>bcd</sup> | 14,79±0,56 <sup>ab</sup> |
|                            | 600 W | 40,97±0,60 <sup>bc</sup> | -6,29±0,04 <sup>e</sup>  | 21,58±0,53 <sup>abc</sup> | 13,54±0,58 <sup>b</sup>  |
|                            | 700 W | 41,50±2,22 <sup>bc</sup> | -5,93±0,12 <sup>de</sup> | 20,70±0,63 <sup>b</sup>   | 13,03±2,14 <sup>b</sup>  |
|                            | 800 W | 40,31±0,66 <sup>cd</sup> | -7,07±0,11 <sup>f</sup>  | 23,16±1,31 <sup>a</sup>   | 14,43±0,77 <sup>ab</sup> |
| Güneşte Kurutma            |       | 40,53±0,54 <sup>c</sup>  | -4,16±0,04 <sup>bc</sup> | 14,31±0,16 <sup>e</sup>   | 16,95±0,20 <sup>a</sup>  |
| Gölgede Kurutma            |       | 42,39±0,95 <sup>bc</sup> | -6,65±0,32 <sup>ef</sup> | 15,06±0,17 <sup>e</sup>   | 12,60±0,23 <sup>b</sup>  |
| Buzdolabında Kurutma       |       | 44,79±1,47 <sup>b</sup>  | -3,00±0,10 <sup>a</sup>  | 20,31±0,29 <sup>bc</sup>  | 9,72±1,42 <sup>c</sup>   |
| Taze Örnek                 |       | 51,34±1,01 <sup>a</sup>  | -4,14±0,92 <sup>bc</sup> | 21,75±0,57 <sup>ab</sup>  | -                        |

\*Ortak harfi olmayan ortalamalar arasında farklılık istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

Taze kekik ile kurutma tünelinde 50 °C'de kurutma dışındaki tüm kurutma yöntemlerinde kurutulmuş örneklerin L\* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Kurutma yöntemlerin çoğunda kurutulmuş kekiğin parlaklık değeri, taze örneğe göre azalmıştır. Kurutma tünelinde 30 °C ve 40 °C'de kurutulmuş örneklerin L\* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0,05). Kurutma sıcaklığı arttıkça örneklerin L\* değeri taze örneğin L\* değerine yaklaşmıştır. Bu durum sıcaklık arttıkça sürenin kısalıyor olması ile ilişkilendirilmiştir. Mikrodalga fırında farklı güç seviyelerinde kurutulmuş örneklerin parlaklık değerleri birbirlerine yakın değerlerde tespit edilmiştir. Gölgede, buzdolabında ve güneşte kurutulan

örnekler kıyaslandığında en yüksek L\* değerinin buzdolabında, en düşük değer ise güneşte kurutulmuş örneklerde olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.4).

Kurutma tüneline ve güneşte kurutulmuş örnekler dışındaki tüm kurutma yöntemlerinde kurutulmuş örnekler ile taze örneğin a\* değeri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Mikrodalga fırında kurutulmuş örneklerde kırmızılık değerinde en fazla değişim 800 W güç seviyesinde kurutulmuş örneklerde saptanmıştır. Diğer güç seviyelerinde kurutulmuş örneklerin a\* değeri arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p > 0,05$ ) (Çizelge 4.4).

Taze örneğin b\* değerine en uzak değerde olan, güneşte, gölgede ve kurutma tüneline 30 °C'de kurutulmuş örnekler dışındaki kurutma yöntemlerinde kurutulmuş örnekler ile taze örneğin b\* değeri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p > 0,05$ ). Bu değişimin nedeninin, güneşte ve gölgede kurutulmuş örneklerin direkt ya da indirekt olarak güneşten gelen UV ışınlarına maruz kalmasına bağlı pigment değişiminden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. 30 °C'de kurutulmuş örneklerdeki değişimin ise süre ve sıcaklığın enzimatik reaksiyonların oluşumu için diğer yöntemlere göre daha elverişli olması ve buna bağlı renk değişiminden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Çizelge 4.4).

Hesaplanan  $\Delta E$  değerine göre ise en az değişim kurutma tüneline 50°C'de ve buzdolabında kurutulmuş örneklerde tespit edilmiştir. Kurutma tüneline ve buzdolabında kurutulan örnekler güneş ışınlarına ve yüksek enerjili mikrodalga enerjisine maruz kalmamışlardır. Aynı zamanda buzdolabındaki düşük sıcaklık ve 50 °C'deki kısa kuruma süresinin, enzimatik reaksiyonlar ile buna bağlı pigment değişimlerini inhibe etmiş olabileceği düşünülmektedir.

Soysal ve ark. (2005) mikrodalga fırında (450 W, 630 W, 720 W, 210 W) ve gölgede kurutulan kekik örneklerinin L\* ve b\* değerlerinde taze örneğe göre azalma, a\* değerinde ise artma tespit etmişlerdir. Rahimmalek ve Goli (2013) tarafından yapılan çalışmada gölgede kurutulmuş kekiklerin güneşte kurutulmuş örneklere göre L\* ve b\* değerlerinin



daha yüksek,  $a^*$  değerinin ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen bulgular ile bu bulgular arasında benzerlik görülmektedir.



#### 4.2.4. Nanenin Renk Analizi

Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmuş nanenin, yapılan ölçümler sonucunda L\*, a\* ve b\* değerlerine ait veriler Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Nanenin farklı kurutma yöntemleri sonucundaki L\*, a\*, b\* değerleri

| Kurutma Yöntemleri         |       | L*                       | a*                       | b*                       | ΔE                       |
|----------------------------|-------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Kurutma Tünelinde Kurutma  | 30 °C | 31,42±0,92 <sup>g</sup>  | -5,12±0,01 <sup>d</sup>  | 13,36±1,10 <sup>de</sup> | 14,01±0,72 <sup>a</sup>  |
|                            | 40 °C | 34,12±0,56 <sup>ef</sup> | -4,42±0,14 <sup>cd</sup> | 15,24±0,07 <sup>d</sup>  | 11,42±0,11 <sup>c</sup>  |
|                            | 50 °C | 34,17±1,34 <sup>e</sup>  | -3,46±0,25 <sup>ab</sup> | 14,66±0,37 <sup>de</sup> | 12,29±0,28 <sup>bc</sup> |
| Mikrodalga Fırında Kurutma | 450 W | 32,73±1,08 <sup>fg</sup> | -3,92±0,06 <sup>bc</sup> | 17,42±1,48 <sup>c</sup>  | 11,34±0,80 <sup>c</sup>  |
|                            | 600 W | 37,39±0,68 <sup>cd</sup> | -6,46±0,53 <sup>e</sup>  | 20,32±1,25 <sup>b</sup>  | 4,70±0,11 <sup>e</sup>   |
|                            | 700 W | 36,28±0,80 <sup>d</sup>  | -7,44±0,28 <sup>f</sup>  | 20,83±0,33 <sup>ab</sup> | 5,32±0,49 <sup>e</sup>   |
|                            | 800 W | 37,49±0,32 <sup>cd</sup> | -7,16±0,37 <sup>ef</sup> | 20,83±0,23 <sup>ab</sup> | 4,63±0,28 <sup>e</sup>   |
| Güneşte Kurutma            |       | 39,08±0,54 <sup>ab</sup> | -4,49±0,58 <sup>cd</sup> | 12,66±0,48 <sup>c</sup>  | 11,82±0,30 <sup>c</sup>  |
| Gölgede Kurutma            |       | 38,14±0,95 <sup>bc</sup> | -7,29±0,13 <sup>ef</sup> | 13,99±0,03 <sup>de</sup> | 9,64±0,02 <sup>d</sup>   |
| Buzdolabında Kurutma       |       | 36,22±1,47 <sup>d</sup>  | -2,74±0,15 <sup>a</sup>  | 12,86±0,56 <sup>c</sup>  | 13,17±0,44 <sup>ab</sup> |
| Taze Örnek                 |       | 40,30±1,01 <sup>a</sup>  | -10,16±0,03 <sup>g</sup> | 22,95±0,34 <sup>a</sup>  | -                        |

\*Ortak harfi olmayan ortalamalar arasında farklılık istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Güneşte kurutulmuş örnekler dışındaki tüm örnekler ile taze örneğin L\* değeri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kurutma tünelinde 40 °C ve 50 °C'de kurutulan örneklerin parlaklık değerleri birbirine yakın değerlerde ve 30 °C'de kurutulmuş nane daha yüksek değerlerde saptanmıştır. 600 W, 700 W ve 800 W güç seviyelerinde kurutulan örneklerin parlaklık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş ( $p>0,05$ ), en fazla değişim ise 450 W güç seviyesinde kurutulmuş nane örneklerinde saptanmıştır. Buzdolabında kurutulan örneklerin L\* değerinde gölgede ve güneşte kurutulmuş örneklerle göre daha fazla azalma tespit edilmiştir. Taze örneğe en yakın L\* değeri güneşte, en uzak ise kurutma tünelinde 30 °C'de ve mikrodalga fırında 450 W güç seviyesinde kurutulmuş örneklerde saptanmıştır (Çizelge 4.5).

Tüm yöntemlerle kurutulmuş örnekler ile taze örneğin  $a^*$  değeri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuş ( $p<0,05$ ) ve  $a^*$  değerinin kurutma ile arttığı tespit edilmiştir. Bunun artışı, kurutma süresince gerçekleşen enzimatik reaksiyonlar sonucu oluşan ya da yıkılan pigmentlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Elde edilen verilere göre, kurutma tüneline 30 °C ve 40 °C’de kurutulmuş örneklerin  $a^*$  değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Sıcaklığın 50 °C’ye yükselmesiyle örneklerin  $a^*$  değerinin arttığı saptanmıştır. Mikrodalga fırında kurutulmuş örneklerde en fazla değişim 450 W güç seviyesinde kurutulmuş örneklerde saptanmıştır. Gölgede kurutulmuş örneklerin  $a^*$  değerinde güneşte kurutulmuş örneklere kıyasla daha az değişim saptanmıştır.  $a^*$  değerindeki en fazla değişim ise buzdolabında ve kurutma tüneline 50 °C’de kurutulmuş örneklerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Çalışmamızda mikrodalga fırında 700 W ve 800 W güç seviyelerinde kurutulmuş örnekler dışındaki tüm yöntemlerle kurutulmuş örnekler ile taze örneğin  $b^*$  değeri arasındaki fark istatistiksel olarak  $p<0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Kurutma tüneline kurutulmuş örneklerin  $b^*$  değeri üzerinde sıcaklığın etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Mikrodalga fırında 600 W, 700 W ve 800 W güç seviyelerinde kurutulmuş örneklerin sarılık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamış olup ( $p>0,05$ ),  $b^*$  değerindeki en fazla değişim 450 W güç seviyesinde kurutulmuş örneklerde saptanmıştır. Güneşte, gölgede ve buzdolabında kurutulmuş örneklerin  $b^*$  değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ) (Çizelge 4.5).

Hesaplanan  $\Delta E$  değerine göre ise en az değişim mikrodalga fırında 600 W, 700 W, 800 W güç seviyelerinde kurutulmuş örneklerde tespit edilmiştir. Bu durumun kısa süre içerisinde kuruyan örneklerde enzimatik reaksiyonlar ve buna bağlı pigment değişimlerinin minimum düzeyde gerçekleşmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Arslan ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada naneyi kurutma tüneline (50 °C), mikrodalga fırında (700 W) ve güneşte kurularak renk özelliklerindeki değişimi araştırmışlardır. Nananın  $L^*$  ve  $b^*$  değerinin tüm kurutma yöntemleri sonucunda azaldığını,  $a^*$  değerinin

ise arttığını tespit etmişlerdir. Mikrodalga fırında kurutulmuş nanelerin renk değerlerinin taze örneğe en yakın değerde olduğunu saptamışlardır. Rubinskiene ve ark. (2015) kurutma tüneline 40°C’de ve mikrodalga fırında 500 W güç seviyesindeki kuruttukları nane örneklerindeki renk değişimini araştırmışlardır. Kurutma sonucunda L\* değerinde taze örneğe göre azalma, a\* ve b\* değerinde ise artma tespit etmişlerdir. Çalışmamızda ise b\* değeri azalmıştır. Bu farklılığın kurutma süresi ve koşullardaki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Arslan ve ark. (2010), Rubinskiene ve ark. (2015) yaptıkları çalışmalarda tespit edilen L\* ve a\* değerlerindeki değişim ile çalışmamızın verileri benzerlik göstermektedir.



#### 4.2.5. Stevyanın Renk Analizi

Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmuş stevyanın, yapılan ölçümler sonucunda L\*, a\* ve b\* değerlerine ait veriler Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Stevyanın farklı kurutma yöntemleri sonucundaki L\*, a\*, b\* değerleri

| Kurutma Yöntemleri         |       | L*                      | a*                       | b*                       | ΔE                      |
|----------------------------|-------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Kurutma Tünelinde Kurutma  | 30 °C | 42,91±0,06 <sup>d</sup> | -8,21±1,66 <sup>cd</sup> | 21,38±0,02 <sup>d</sup>  | 10,72±0,02 <sup>b</sup> |
|                            | 40 °C | 49,30±0,73 <sup>a</sup> | -7,20±0,94 <sup>cd</sup> | 28,29±0,72 <sup>b</sup>  | 6,38±0,16 <sup>e</sup>  |
|                            | 50 °C | 48,08±0,34 <sup>b</sup> | -3,12±0,93 <sup>a</sup>  | 19,99±2,05 <sup>d</sup>  | 13,99±0,52 <sup>a</sup> |
| Mikrodalga Fırında Kurutma | 450 W | 44,75±0,26 <sup>c</sup> | -8,56±0,06 <sup>d</sup>  | 24,56±0,04 <sup>c</sup>  | 7,41±0,04 <sup>de</sup> |
|                            | 600 W | 44,83±0,04 <sup>c</sup> | -8,45±0,09 <sup>cd</sup> | 24,60±00,02 <sup>c</sup> | 7,38±0,12 <sup>de</sup> |
|                            | 700 W | 42,72±0,59 <sup>d</sup> | -7,28±0,05 <sup>cd</sup> | 23,90±0,06 <sup>c</sup>  | 8,46±0,42 <sup>cd</sup> |
|                            | 800 W | 42,79±0,13 <sup>d</sup> | -7,48±0,04 <sup>cd</sup> | 25,28±0,04 <sup>c</sup>  | 7,09±0,12 <sup>e</sup>  |
| Güneşte Kurutma            |       | 40,30±0,22 <sup>e</sup> | -4,88±1,7 <sup>ab</sup>  | 25,18±0,02 <sup>c</sup>  | 9,12±0,10 <sup>c</sup>  |
| Gölgede Kurutma            |       | 36,13±0,74 <sup>f</sup> | -7,90±1,80 <sup>cd</sup> | 24,22±0,04 <sup>c</sup>  | 11,51±0,71 <sup>b</sup> |
| Buzdolabında Kurutma       |       | 44,61±0,32 <sup>c</sup> | -6,25±0,48 <sup>bc</sup> | 28,60±1,04 <sup>b</sup>  | 4,47±0,91 <sup>f</sup>  |
| Taze Örnek                 |       | 44,55±0,17 <sup>c</sup> | -9,16±0,52 <sup>d</sup>  | 31,95±0,09 <sup>a</sup>  | -                       |

\*Ortak harfi olmayan ortalamalar arasında farklılık istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

Tüm kurutma yöntemleri arasında taze stevya örneklerine en yakın parlaklık değerleri buzdolabında, mikrodalga fırında 450 W ve 600 W güç seviyelerinde kurutulmuş örneklerde tespit edilmiş ve bu örnekler arasındaki parlaklık farkı istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0,05). 450 W ve 600 W ile 700 W ve 800 W güç seviyelerinde kurutulmuş örnekler arasındaki parlaklık farkı istatistiksel olarak önemli bulunmazken (p>0,05), güç seviyesi arttıkça L\* değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Tüm yöntemler arasında en fazla parlaklık kaybına, gölgede kurutma yönteminin neden olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.6).

Taze örnekler ile kurutma tünelinde 50 °C'de, güneşte ve buzdolabında kurutulmuş örnekler dışındaki örneklerin a\* değeri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz

bulunmuştur( $p>0,05$ ). Taze örneğe göre  $a^*$  değerindeki en fazla değişim kurutma tüneline 50 °C’de ve güneşte kurutulmuş örneklerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Kurutulmuş örneklerin  $b^*$  değeri taze örneğe göre azalmıştır.  $b^*$  değeri en fazla kurutma tüneline 30 °C ve 50 °C’de kurutulmuş örneklerde değişim göstermiştir. Mikrodalga fırında, güneşte ve gölgede kurutulmuş örneklerin sarılık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Taze örneğe en yakın sarılık değeri ise buzdolabında ve kurutma tüneline 40 °C’de kurutulmuş örneklerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Hesaplanan  $\Delta E$  değerine göre ise en az değişim buzdolabında, en fazla ise kurutma tüneline 30 °C’de ve gölgede kurutulmuş örneklerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Jino ve Assawarachan (2015) yaptıkları çalışmada stevya yapraklarını farklı sıcaklıklarda (50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C) kurutma tüneline kurularak örneklerdeki renk değişimi araştırmışlardır. Araştırmacılar 50 °C’de kurutulmuş örneklerde taze örneğe göre  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde artış tespit etmişlerdir. Çalışmamızda da 50 °C’de kurutulmuş örneklerde  $L^*$  ve  $a^*$  değerlerinde artış, Jino ve Assawarachan (2015)’in çalışmasından farklı olarak ise, sarılık değerinde azalma tespit edilmiştir. Çalışmamızda stevya hasat sonrası çok kısa bir süre içinde temin edilmiştir. Ancak analiz gerçekleştirilene kadar stevya yapraklarındaki renk değişiminin bu farklılığa neden olmuş olabileceği düşünülmektedir. Bu farklılığın nedeninin bu değişim olabileceği düşünülmektedir. Başka bir çalışmada Samsudin ve Aziz (2013) stevya yapraklarını kurutma tüneline 50 °C, 60 °C ve 70 °C’de kurutmuş, kurutma sonucunda taze örneğe göre  $L^*$  ve  $a^*$  değerlerinde artma  $b^*$  değerinde ise azalma tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen veriler, söz konusu çalışmadaki renk değişimleri ile benzerlik göstermektedir.

### **4.3.Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivite Sonuçları ve Tartışma**

Farklı kurutma yöntemleri sonucunda biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevya ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları kuru madde üzerinden GAE (Gallik Asit Eşdeğeri) cinsinden, antioksidan aktivite değeri ise  $\mu\text{mol trolox/g}$  olarak hesaplanmıştır.

#### 4.3.1. Biberiyenin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivitesi

Farklı kurutma yöntemleri sonucunda biberiye ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite değerleri ve Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 4.7’de verilmiştir.

**Çizelge 4.7.**Biberiye ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/100 g) ve antioksidan aktivite değerleri ( $\mu\text{mol}$  trolox/g)

| Kurutma Yöntemleri         |       | Toplam Fenolik Madde Miktarı    | Antioksidan Aktivite Değeri     |
|----------------------------|-------|---------------------------------|---------------------------------|
| Kurutma Tünelinde Kurutma  | 30 °C | 261,01 $\pm$ 3,20 <sup>f</sup>  | 5,514 $\pm$ 0,067 <sup>e</sup>  |
|                            | 40 °C | 273,23 $\pm$ 2,98 <sup>ef</sup> | 5,532 $\pm$ 0,071 <sup>e</sup>  |
|                            | 50 °C | 284,21 $\pm$ 5,35 <sup>e</sup>  | 5,971 $\pm$ 0,135 <sup>d</sup>  |
| Mikrodalga Fırında Kurutma | 450 W | 317,60 $\pm$ 3,66 <sup>d</sup>  | 7,154 $\pm$ 0,285 <sup>c</sup>  |
|                            | 600 W | 390,22 $\pm$ 4,52 <sup>c</sup>  | 8,300 $\pm$ 0,176 <sup>b</sup>  |
|                            | 700 W | 584,43 $\pm$ 5,16 <sup>b</sup>  | 10,494 $\pm$ 0,121 <sup>a</sup> |
|                            | 800 W | 606,06 $\pm$ 10,56 <sup>a</sup> | 10,897 $\pm$ 0,082 <sup>a</sup> |
| Güneşte Kurutma            |       | 316,06 $\pm$ 4,41 <sup>d</sup>  | 7,028 $\pm$ 0,108 <sup>c</sup>  |
| Gölgede Kurutma            |       | 306,64 $\pm$ 3,44 <sup>d</sup>  | 6,267 $\pm$ 0,127 <sup>d</sup>  |
| Buzdolabında Kurutma       |       | 222,05 $\pm$ 2,26 <sup>g</sup>  | 5,013 $\pm$ 0,082 <sup>f</sup>  |
| Taze Örnek                 |       | 139,26 $\pm$ 2,77 <sup>h</sup>  | 4,252 $\pm$ 0,179 <sup>g</sup>  |

\*Ortak harfi olmayan ortalamalar arasında farklılık istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Çizelgede de görüldüğü gibi, biberiye ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları kurutma sonucunda taze örneğe göre artmış ve 222,05-606,06 mg GAE/100 g arasında değişmiştir. En yüksek fenolik madde miktarının mikrodalga fırında 800 W güç seviyesinde kurutulmuş, en düşük fenolik madde miktarının ise buzdolabında kurutulmuş örneklerde olduğu tespit edilmiştir. Kurutma tünelinde sıcaklık arttıkça, mikrodalga fırında ise güç seviyesi arttıkça örneklerin fenolik madde miktarlarında artma saptanmıştır. Güneşte ve gölgede kurutulmuş örneklerin toplam fenolik madde miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmuş biberiye örneklerinin antioksidan aktivite değerlerinin 5,013-10,897  $\mu\text{mol}$  trolox/g arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.7). Tüm kurutma yöntemleri sonucunda, biberiye örneklerinin antioksidan aktivite değerleri taze örneğe göre artmıştır. Bunun nedeni, kurutma işlemleri sırasında oluşan antioksidan aktiviteye sahip sekonder bileşiklerin oluşması olabilir. Tomaiono ve ark. (2005) baharatlara yaptıkları sıcaklık uygulaması sonucu safrol, miristisin ve diğer ikincil bileşiklerin artmasıyla, serbest radikal temizleme aktivitesinde de artış tespit etmişlerdir.

En yüksek antioksidan aktivite değerinin mikrodalga fırında 700 W ve 800 W güç seviyesinde kurutulmuş örneklerde, en düşük antioksidan aktivite değerinin ise buzdolabında kurutulmuş örneklerde olduğu tespit edilmiştir. Kurutma tüneline 30 °C ve 40 °C'de kurutulan örneklerin antioksidan aktivite değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Ancak 50 °C 'de kurutulmuş örneklerin antioksidan aktivite değerinde diğer sıcaklıklarda kurutulmuş örneklere kıyasla artış tespit edilmiştir. Mikrodalga fırında ise güç seviyesi arttıkça antioksidan aktivite değerinde de artış saptanmıştır. Güneşte kurutulmuş örneklerin antioksidan aktivite değerinin, gölgede kurutulmuş örneklerden daha yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir. Doğal ortamda (güneş ve gölge) kurutulmuş örneklerin, mikrodalga fırında kurutulmuş örneklerden sonra en yüksek antioksidan aktiviteye sahip örnekler olduğu saptanmıştır. Bu iki yöntem arasında ise, güneşte kurutulmuş örneklerin daha yüksek antioksidan aktivite değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda kurutma yöntemlerinin, biberiyenin antioksidan aktivite değeri ve fenolik madde miktarındaki değişim üzerine benzer etkiler gösterdiği saptanmıştır.

En yüksek fenolik madde miktarının ve antioksidan aktivite değerinin mikrodalga fırında kurutulmuş örneklerde tespit edilmesinde, mikrodalga kaynağının yoğun enerji gücünün etkisi olduğu düşünülebilir. Çünkü, mikrodalga kaynaklı yoğun ısı, bitki dokusunda yüksek buhar basıncı yaratarak matrikteki bağlı haldeki fenolik bileşiklerin serbest kalmasına neden olabilmektedir (Inchuen ve ark. 2010). Güneşte kurutulmuş örneklerin gölgede kurutulmuş örneklere göre daha yüksek değerlere sahip olmasının ise, sıcaklık farkından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Güneşte kurutma süresi boyunca yüksek sıcaklık



sayesinde polifenol oksidaz gibi yıkıcı enzimlerin inaktivasyonu daha hızlı gerçekleşebilmektedir (Orphanides ve ark. 2013).

Yi ve Wetzstein (2011) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, biberiye örnekleri farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmuş, toplam fenolik madde miktarının ve antioksidan aktivite değerinin kurutma ile arttığı tespit edilmiştir. Güneşte kurutulmuş örneklerin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerinin 40 °C’de kurutma tüneline kurutulmuş örneklerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Çalışmamızda saptanan değişimin, Yi ve Wetzstein (2011) tarafından yapılan çalışmada saptanan değişim ile benzerlik gösterdiği, verilerden hareketle söylenebilir.

Chan ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada, taze biberiye örnekleri ile kurutma tüneline (50°C, 80°C) ve 240 W güç seviyesinde mikrodalga fırında kurutulmuş biberiye örneklerinin antioksidan aktivitesini araştırmışlardır. Çalışmamızın verilerinden farklı olarak, taze örneklerin fenolik madde miktarını ve antioksidan aktivite değerini kurutulmuş örneklerden daha yüksek değerde tespit etmişlerdir. Bunun nedeninin, farklı kurutma sıcaklığı ve süresinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Sellami ve ark. (2013) gölgede, kurutma tüneline (45 °C ve 65 °C), mikrodalga fırında (600 W, 800 W) kurutulmuş adaçayı örneklerinin fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerindeki değişimi incelemişlerdir. Çalışmamızın verilerine benzer olarak, kurutma tüneline sıcaklık artışıyla ve mikrodalga fırında güç artışıyla toplam antioksidan aktivite değeri ve fenolik madde miktarının arttığını tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada gölgede kurutulan örneklerin toplam fenolik madde yine çalışmamıza benzer olarak, mikrodalga fırında kurutulmuş örneklerden az, kurutma tüneline kurutulmuş örneklerden fazla miktarda olarak belirlenmiştir.

#### 4.3.2. Fesleğenin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivitesi

Farklı kurutma yöntemleri sonucunda fesleğen ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite değerleri ve Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 4.8’de verilmiştir.

**Çizelge 4.8.**Fesleğen ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/100 g) ve antioksidan aktivite değerleri ( $\mu\text{mol}$  trolox/g)

| Kurutma Yöntemleri         |       | Toplam Fenolik Madde Miktarı | Antioksidan Aktivite Değeri |
|----------------------------|-------|------------------------------|-----------------------------|
| Kurutma Tünelinde Kurutma  | 30 °C | 373,49±5,40 <sup>f</sup>     | 7,745±0,203 <sup>e</sup>    |
|                            | 40 °C | 437,57±1,80 <sup>e</sup>     | 8,909±0,094 <sup>c</sup>    |
|                            | 50 °C | 436,30±3,44 <sup>e</sup>     | 8,864±0,176 <sup>cd</sup>   |
| Mikrodalga Fırında Kurutma | 450 W | 458,64±1,55 <sup>d</sup>     | 8,730±0,256 <sup>cd</sup>   |
|                            | 600 W | 540,27±2,23 <sup>d</sup>     | 9,992±0,107 <sup>b</sup>    |
|                            | 700 W | 563,95±4,27 <sup>b</sup>     | 10,315±0,176 <sup>ab</sup>  |
|                            | 800 W | 668,99±1,56 <sup>a</sup>     | 10,673±0,108 <sup>a</sup>   |
| Güneşte Kurutma            |       | 432,56±2,64 <sup>e</sup>     | 8,309±0,164 <sup>d</sup>    |
| Gölgede Kurutma            |       | 243,77±3,86 <sup>g</sup>     | 4,861±0,355 <sup>f</sup>    |
| Buzdolabında Kurutma       |       | 232,39±5,36 <sup>h</sup>     | 3,481±0,127 <sup>g</sup>    |
| Taze Örnek                 |       | 505,16±2,27 <sup>c</sup>     | 9,867±0,191 <sup>b</sup>    |

\*Ortak harfi olmayan ortalamalar arasında farklılık istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Yukarıdaki Çizelge4.8’de de görüldüğü gibi fesleğen ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları mikrodalga fırında 600 W, 700 W, 800 W güç seviyesindeki kurutulmuş örnekler dışındaki tüm kurutma yöntemleri sonucunda taze örneğe göre azalmış ve 232,39- 668,99 mg GAE/100 g arasında değişmiştir. Sıcaklık uygulamaları polifenol oksidaz gibi yıkıcı enzimleri inaktive etmenin yanında, bazı fitokimyasalların da yıkımına sebep olabilmektedir (Lim ve Murtijaya 2006). Buzdolabında kurutulmuş örnekler dışındaki örneklerin toplam fenolik madde miktarındaki azalmanın sebebinin bu yıkımdan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Buzdolabında kurutulmuş örneklerde ise

düşük sıcaklığa rağmen örneklerin uzun süre boyunca yüksek su aktivitesine sahip olmasından dolayı kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmaların gerçekleşebileceği düşünülmektedir. Buna bağlı olarak fenolik madde miktarında ve antioksidan aktivite değerinde değişim olabilir. En yüksek fenolik madde miktarının mikrodalga fırında 800 W güç seviyesinde kurutulmuş, en düşük fenolik madde miktarının ise buzdolabında kurutulmuş örneklerde olduğu tespit edilmiştir. Kurutma tüneline sıcaklığın 30 °C'den 40 °C'ye yükselmesiyle, kurutulmuş örneklerin toplam fenolik madde miktarında önemli bir artış tespit edilirken, 40 °C ve 50 °C'de kurutulmuş örneklerin toplam fenolik madde miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Mikrodalga fırında 450 W ve 600 W güç seviyelerinde kurutulmuş örneklerin toplam fenolik madde miktarları birbirine yakın değerde saptanmıştır. Güç seviyesi arttıkça toplam fenolik madde miktarı artmış ve 800 W güç seviyesinde maksimum değere ulaşmıştır. Güneşte kurutulmuş örneklerin toplam fenolik madde miktarı, gölgede kurutulan örneklere göre daha yüksek değerde saptanmıştır (Çizelge 4.8).

Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmuş fesleğen örneklerinin antioksidan aktivite değerlerinin 3,481-10,673  $\mu\text{mol trolox/g}$  arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.8). Mikrodalga fırında 600 W, 700 W ve 800 W güç seviyelerinde kurutulmuş örneklerin dışında, tüm kurutma yöntemleri ile kurutulmuş biberiye örneklerinin antioksidan aktivite değerleri, taze örneğe göre azalmıştır. En yüksek antioksidan aktivite değerinin mikrodalga fırında 800 W güç seviyesinde kurutulmuş örneklerde, en düşük antioksidan aktivite değerinin ise buzdolabında kurutulmuş örneklerde olduğu tespit edilmiştir. Kurutma tüneline sıcaklık artışıyla, mikrodalga fırında da güç seviyesinin artışıyla antioksidan aktivite değerlerinde artış saptanmıştır. Doğal yöntemlerle kurutulmuş örneklerde ise, güneşte kurutulmuş örneklerin antioksidan aktivite değerinin gölgede kurutulmuş örneklerden daha yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerlerindeki değişimler arasında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılığın, antioksidan aktivite değerini etkileyen fenolik maddeler dışındaki fitokimyasallardaki değişimlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Edemhanria ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada, kurutma tüneline 28 °C’de 7 gün boyunca, güneşte ortalama 33 °C’de kurutulmuş fesleğen örneklerinin antioksidan aktivitesindeki değişimi araştırmışlardır. Çalışma sonucunda tünelde kurutulmuş örneklerin antioksidan aktivitesinin güneşte kurutulmuş örneklerden daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızdan farklı olan bu sonucun, farklı kurutma sıcaklıkları ve iklim şartlarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



### 4.3.3. Kekik'in Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivitesi

Farklı kurutma yöntemleri sonucunda kekik ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite değerleri ve Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 4.9'da verilmiştir.

**Çizelge 4.9.** Kekik ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/100 g) ve antioksidan aktivite değerleri ( $\mu\text{mol}$  trolox/g)

| Kurutma Yöntemleri         |       | Toplam Fenolik Madde Miktarı | Antioksidan Aktivite Değeri |
|----------------------------|-------|------------------------------|-----------------------------|
| Kurutma Tünelinde Kurutma  | 30 °C | 529,66±0,69 <sup>a</sup>     | 6,560±0,062 <sup>b</sup>    |
|                            | 40 °C | 504,38±4,93 <sup>b</sup>     | 5,903±0,132 <sup>c</sup>    |
|                            | 50 °C | 463,39±5,79 <sup>c</sup>     | 5,019±0,136 <sup>d</sup>    |
| Mikrodalga Fırında Kurutma | 450 W | 344,63±4,02 <sup>f</sup>     | 3,694±0,054 <sup>f</sup>    |
|                            | 600 W | 393,77±2,88 <sup>e</sup>     | 4,052±0,084 <sup>e</sup>    |
|                            | 700 W | 473,42±4,09 <sup>c</sup>     | 5,222±0,072 <sup>d</sup>    |
|                            | 800 W | 274,44±6,02 <sup>g</sup>     | 3,551±0,209 <sup>f</sup>    |
| Güneşte Kurutma            |       | 425,52±3,90 <sup>d</sup>     | 4,267±0,134 <sup>e</sup>    |
| Gölgede Kurutma            |       | 254,49±11,46 <sup>h</sup>    | 2,279±0,072 <sup>g</sup>    |
| Buzdolabında Kurutma       |       | 512,77±1,87 <sup>b</sup>     | 5,939±0,108 <sup>c</sup>    |
| Taze Örnek                 |       | 534,10±1,48 <sup>a</sup>     | 7,264±0,072 <sup>a</sup>    |

\*Ortak harfi olmayan ortalamalar arasında farklılık istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Çizelge 4.9'da görüldüğü gibi, kekik ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları kurutma sonucunda taze örneğe göre azalarak 254,49- 529,66 mg GAE/100 g arasında değişmiştir. En yüksek fenolik madde miktarının kurutma tüneline 30°C'de kurutulmuş, en düşük fenolik madde miktarının ise gölgede kurutulmuş örneklerde olduğu tespit edilmiştir. Kurutma tüneline sıcaklık arttıkça fenolik madde miktarı azalmıştır. Mikrodalga fırında 450 W ve 700 W arasında güç seviyesi arttıkça örneklerin fenolik madde miktarları artmış ancak 800 W güç seviyesinde bu yöntem içerisindeki minimum

değere düşmüştür. Buzdolabında kurutulmuş örneklerin fenolik madde miktarı, güneşte kurutulan örneklerde daha yüksek miktarda tespit edilmiştir.

Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmuş kekik örneklerinin antioksidan aktivite değerlerinin 2,279-6,560  $\mu\text{mol}$  trolox/g arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.9). Tüm kurutma yöntemleri ile kurutulmuş kekik örneklerinin antioksidan aktivite değerleri taze örneğe göre azalmıştır. En yüksek antioksidan aktivite değerinin kurutma tüneline 30°C’de kurutulmuş örneklerde, en düşük antioksidan aktivite değerinin ise gölgede kurutulmuş örneklerde olduğu tespit edilmiştir. Kurutma tüneline sıcaklık artışıyla antioksidan aktivite değerinde azalma olduğu saptanmıştır. Mikrodalga fırında 800 W güç seviyesine kadar güç seviyesi artırıldıkça antioksidan aktivite değerinde artma, 800 W güç seviyesinde ise azalma ile tüm güç seviyelerinde elde edilen en düşük antioksidan aktivite değeri tespit edilmiştir. Bunun 700 W güç seviyesi üzerinde gerçekleşen, antioksidan aktivite değerine sahip bileşiklerin yapısının bozulmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Doğal yöntemlerle kurutulmuş örneklerde ise, güneşte kurutulmuş örneklerin antioksidan aktivite değerinin gölgede kurutulmuş örneklerden daha yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir. Buzdolabında kurutulmuş örneklerin, kurutma tüneline 30 °C’de kurutulmuş örneklerden sonra, en yüksek antioksidan aktivite değerine sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.9). Toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerindeki azalmanın ısıya duyarlı fenolik maddelerin bozulmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Thamer ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada kekik örneklerini güneşte, gölgede ve kurutma tüneline (27 °C, 35°C, 40 °C) kurutmuşlardır. Araştırmacılar kurutulmuş tüm örneklerin taze örneğe göre daha düşük miktarda fenolik madde içerdiğini ve daha düşük antioksidan aktivite değerine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda, Thamer ve ark. (2018)’nin çalışmasında da olduğu gibi, sıcaklık artışıyla fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değeri azalmıştır. Ancak çalışmamızda güneşte kurutulmuş örneklerin fenolik madde miktarı gölgede kurutulmuş örneklerden yüksek miktarda tespit edilirken, Thamer ve ark. (2018)’nin çalışmasında gölgede kurutulmuş örneklerin fenolik madde miktarı daha yüksek olarak belirlenmiştir. Doğal kurutma yöntemleri söz konusu olduğunda, çevre faktörleri değişkenlik göstermektedir. Bu farklılığın kurutma süresince

değişken çevre faktörlerinden (nem, rüzgâr, sıcaklık vb.) kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

#### 4.3.4. Nananin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivitesi

Farklı kurutma yöntemleri sonucunda nane ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite değerleri ve Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 4.10'da verilmiştir.

**Çizelge 4.10.** Nane ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/100 g) ve antioksidan aktivite değerleri ( $\mu\text{mol trolox/g}$ )

| Kurutma Yöntemleri         |       | Toplam Fenolik Madde Miktarı | Antioksidan Aktivite Değeri |
|----------------------------|-------|------------------------------|-----------------------------|
| Kurutma Tünelinde Kurutma  | 30 °C | 408,88±2,95 <sup>f</sup>     | 3,427±0,072 <sup>de</sup>   |
|                            | 40 °C | 490,69±1,18 <sup>d</sup>     | 4,028±0,070 <sup>de</sup>   |
|                            | 50 °C | 454,88±2,29 <sup>e</sup>     | 4,679±1,619 <sup>bcd</sup>  |
| Mikrodalga Fırında Kurutma | 450 W | 528,21±3,70 <sup>c</sup>     | 4,206±0,042 <sup>cde</sup>  |
|                            | 600 W | 676,23±5,20 <sup>b</sup>     | 5,587±0,146 <sup>abc</sup>  |
|                            | 700 W | 683,52±2,58 <sup>b</sup>     | 5,920±0,140 <sup>ab</sup>   |
|                            | 800 W | 682,69±2,38 <sup>b</sup>     | 6,328±0,024 <sup>a</sup>    |
| Güneşte Kurutma            |       | 783,51±8,82 <sup>a</sup>     | 6,559±0,169 <sup>a</sup>    |
| Gölgede Kurutma            |       | 356,73±11,01 <sup>g</sup>    | 3,088±0,065 <sup>e</sup>    |
| Buzdolabında Kurutma       |       | 449,09±1,58 <sup>e</sup>     | 3,642±0,085 <sup>de</sup>   |
| Taze Örnek                 |       | 307,35±2,50 <sup>h</sup>     | 3,018±0,114 <sup>e</sup>    |

\*Ortak harfi olmayan ortalamalar arasında farklılık istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Nane ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları kurutma sonucunda taze örneğe göre artmış ve 356,73-783,51 mg GAE/100 g arasında değişmiştir. En yüksek fenolik madde miktarının güneşte kurutulmuş, en düşük fenolik madde miktarının gölgede kurutulmuş örneklerde olduğu tespit edilmiştir. Kurutma tünelinde kurutulmuş örnekler

arasında en fazla fenolik madde miktarı 40 °C'de kurutulmuş örneklerde saptanmıştır. Mikrodalga fırında kurutulmuş örneklerde ise en düşük değer 450 W güç seviyesinde kurutulmuş örneklerde tespit edilmiş ve güç seviyesinin artışıyla toplam fenolik madde miktarı da artmıştır. 600 W, 700 W ve 800 W güç seviyelerinde kurutulmuş örneklerin toplam fenolik miktarları arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Buzdolabında ve güneşte kurutulmuş örneklerin toplam fenolik madde miktarı gölgede kurutulmuş örneklerden daha yüksek tespit edilmiştir (Çizelge 4.10).

Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmuş nane örneklerinin antioksidan aktivite değerlerinin 3,088-6,559  $\mu\text{mol trolox/g}$  arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.10). Kurutma tüneline 50 °C'de, mikrodalga fırında 600 W, 700 W ve 800 W güç seviyelerinde ve güneşte kurutma yöntemleri sonucunda, nane örneklerinin antioksidan aktivite değerleri taze örneğe göre artmıştır. Fenolik madde miktarının ve antioksidan aktivite değerinin taze örneğe göre artışının sebebi, kurutma işlemi sonucunda fenolik bileşiklerin, matriksten serbest hale geçmesi olabilmektedir (Arslan ve ark. 2008). En yüksek antioksidan aktivite değerinin mikrodalga fırında 800W güç seviyesinde ve güneşte kurutulmuş örneklerde, en düşük antioksidan aktivite değerinin ise gölgede kurutulmuş örneklerde olduğu tespit edilmiştir. Güneş ışınlarının antioksidan etkiye sahip bileşiklerin oluşumuna neden olabileceği düşünülmektedir. Kurutma tüneline 30 °C, 40 °C ve 50°C'de kurutulan örneklerin antioksidan aktivite değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Yi ve Wetzstein (2011) de yaptıkları çalışmada, güneşte kurutulmuş nane örneklerinin toplam fenol miktarını taze örneğe ve kurutma tüneline (40°C) kurutulmuş örneklere kıyasla daha yüksek değerde belirlemişlerdir. Aynı zamanda çalışmamızda tespit edilen toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerlerindeki değişim söz konusu çalışmaların verileriyle paralellik göstermektedir. Orphanides ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada, güneşte kurutulmuş nane örneklerinin toplam fenolik madde miktarını ve antioksidan aktivite değerini, mikrodalga fırında (800 W), kurutma tüneline (50 °C) ve gölgede kurutulmuş örneklerden daha yüksek tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen veriler, Orphanides ve ark. (2013)'nın çalışmasındaki verilerle benzerlik göstermektedir.



#### 4.3.5. Stevyanın Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivitesi

Farklı kurutma yöntemleri sonucunda stevya ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite değerleri ve Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 4.11’de verilmiştir.

**Çizelge 4.11.** Stevya ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/100 g) ve antioksidan aktivite değerleri ( $\mu\text{mol}$  trolox/g)

| Kurutma Yöntemleri         |       | Toplam Fenolik Madde Miktarı | Antioksidan Aktivite Değeri |
|----------------------------|-------|------------------------------|-----------------------------|
| Kurutma Tünelinde Kurutma  | 30 °C | 242,15±1,41 <sup>f</sup>     | 3,750±0,080 <sup>gh</sup>   |
|                            | 40 °C | 248,51±1,79 <sup>ef</sup>    | 4,112±0,080 <sup>g</sup>    |
|                            | 50 °C | 254,24±0,70 <sup>de</sup>    | 6,121±0,087 <sup>e</sup>    |
| Mikrodalga Fırında Kurutma | 450 W | 261,30±3,46 <sup>d</sup>     | 6,412±0,071 <sup>de</sup>   |
|                            | 600 W | 261,56±2,84 <sup>d</sup>     | 6,430±0,111 <sup>de</sup>   |
|                            | 700 W | 277,38±1,28 <sup>c</sup>     | 7,390±0,099 <sup>bc</sup>   |
|                            | 800 W | 282,06±1,03 <sup>c</sup>     | 7,052±0,739 <sup>cd</sup>   |
| Güneşte Kurutma            |       | 324,86±2,37 <sup>b</sup>     | 7,817±0,017 <sup>ab</sup>   |
| Gölgede Kurutma            |       | 375,86±5,96 <sup>a</sup>     | 8,131±0,062 <sup>a</sup>    |
| Buzdolabında Kurutma       |       | 252,48±1,57 <sup>e</sup>     | 5,208±0,071 <sup>f</sup>    |
| Taze Örnek                 |       | 214,89±4,62 <sup>g</sup>     | 3,229±0,116 <sup>h</sup>    |

\*Ortak harfi olmayan ortalamalar arasında farklılık istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Stevya ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları kurutma sonucunda taze örneğe göre artmış ve 242,15–375,86 mg GAE/100 g arasında değişmiştir (Çizelge 4.11). En yüksek fenolik madde miktarının gölgede kurutulmuş, en düşük fenolik madde miktarının ise kurutma tünelinde 30 °C’de kurutulmuş örneklerde olduğu tespit edilmiştir. Kurutma tünelinde sıcaklık arttıkça, mikrodalga fırında ise güç seviyesi arttıkça, örneklerin fenolik madde miktarlarında artma saptanmıştır. Ancak 450 W ile 600 W ve 700 W ile 800 W güç seviyelerinde kurutulmuş örneklerin toplam fenolik madde miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Güneşte kurutulmuş örneklerin

toplam fenolik madde miktarı buzdolabında kurutulmuş örneklerden daha yüksek değerde saptanmıştır.

Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmuş stevya örneklerinin antioksidan aktivite değerlerinin 3,750-8,131  $\mu\text{mol}$  trolox/g arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.11). Tüm kurutma yöntemleri sonucunda, stevya örneklerinin antioksidan aktivite değerleri taze örneğe göre artmıştır. En yüksek antioksidan aktivite değerinin gölgede kurutulmuş örneklerde, en düşük antioksidan aktivite değerinin ise, kurutma tüneline 30 °C’de kurutulmuş örneklerde olduğu tespit edilmiştir. Kurutma tüneline 30 °C ve 40 °C’de kurutulan örneklerin antioksidan aktivite değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Ancak 50 °C ‘de kurutulmuş örneklerin antioksidan aktivite değerinde diğer sıcaklıklarda kurutulmuş örneklere kıyasla daha fazla artış tespit edilmiştir. Mikrodalga fırında 450 W ve 600 W güç seviyelerinde kurutulmuş örneklerin antioksidan aktivite değerleri arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Güç seviyesi arttıkça (700 W, 800 W) antioksidan aktivite değerinde de artış saptanmıştır. Güneşte kurutulmuş örneklerin antioksidan aktivite değerinin, buzdolabında kurutulmuş örneklerden yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Mondaca ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada gölgede, güneşte, mikrodalga fırında (800 W) ve kurutma tüneline (60 °C) kurutulmuş stevya yapraklarının fenolik madde miktarını ve antioksidan aktivite değerini taze örneğe göre daha yüksek değerde tespit etmişlerdir. En yüksek miktarda fenolik madde miktarının ise gölgede kurutulmuş örneklerde olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen veriler, Mondaca ve ark. (2018)’nin çalışmasındaki verilerle benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte, Mondaca ve ark. (2018)’nin çalışmasında mikrodalga fırında ve güneşte kurutulmuş örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmazken, çalışmamızda güneşte kurutulmuş örneklerdeki fenolik madde miktarı, mikrodalgada kurutulmuş örneklere kıyasla daha yüksek miktarda olduğu tespit edilmiş ve aradaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu durumun, doğal bir kurutma yöntemi olan güneşte kurutmanın kontrollü gerçekleştirilememiş olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

## 5.SONUÇ

Çalışmamızda biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevyanın, farklı kurutma yöntemleri sonucundaki nem, renk değerleri, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite miktarı (DPPH) incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

**Çizelge 5.1.** Kurutulmuş örneklerdeki minimum renk değişimi, maksimum fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değeri

| Kurutma Yöntemleri         |       | Biberiye | Fesleğen | Kekik | Nane | Stevya |
|----------------------------|-------|----------|----------|-------|------|--------|
| Kurutma Tünelinde Kurutma  | 30 °C |          |          | ○ ■   |      |        |
|                            | 40 °C | ▲        | ▲        |       |      |        |
|                            | 50 °C | ▲        | ▲        | ▲     |      |        |
| Mikrodalga Fırında Kurutma | 450 W |          |          |       |      |        |
|                            | 600 W |          |          |       | ▲ ■  |        |
|                            | 700 W | ■        | ■        |       | ▲ ■  |        |
|                            | 800 W | ○ ■      | ○ ■      |       | ▲ ■  |        |
| Güneşte Kurutma            |       |          |          |       | ○ ■  | ■      |
| Gölgede Kurutma            |       |          |          |       |      | ○ ■    |
| Buzdolabında Kurutma       |       |          | ▲        | ▲     |      | ▲      |

▲ Minimum renk değişimi    ○ Maksimum fenolik madde miktarı    ■ Maksimum antioksidan aktivite değeri

1) Kurutma yöntemlerinin farklılığı, biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevyanın, son nem miktarını, renk değerini, toplam fenolik madde miktarını ve antioksidan aktivite değerini önemli derecede etkilemektedir.

2) Tıbbi ve aromatik bitkilerin işlenmesi ve pazarlanmasında önemli bir yeri olan kurutmanın temel amacı bitkilerin nem oranını istenilen seviyeye düşürmektir. Çalışmamızda uygulanan tüm kurutma yöntemleri sonucunda bitkilerin nem miktarı kurutulmuş otlar için hedeflenen kritik değer olan %15 oranının altına düşürülebilmektedir. Bu değere en kısa süre içerisinde mikrodalga fırında kurutma yöntemiyle ulaşılmıştır. Özellikle ticari üretimlerde kısa süre içerisinde daha fazla biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevyanın işlenebilmesi için mikrodalga fırında kurutma işlemi daha uygun olacaktır.

Ev tipi buzdolabında gerçekleştirilen kurutma işleminin süresini kısaltmak için ise fanlı bir düzenek kullanılabilir.

3) Kurutulmuş ürünlerde önemli bir kalite kriteri olan renk analizlerinde, biberiye kurutma tüneline 40 °C, 50 °C’de, fesleğen kurutma tüneline 40 °C, 50 °C’de ve buzdolabında, kekik kurutma tüneline 50 °C’de ve buzdolabında, nane mikrodalga fırında 600 W, 700 W, 800 W güç seviyelerinde, stevya ise buzdolabında kurutulduğunda taze örneğe göre minimum değişim gösterdiği saptanmıştır. Kurutma yönteminin renk üzerindeki etkisi kurutulan bitkiye göre değişiklik göstermektedir. Bu nedenle kurutma yönteminin bitkiye özel olarak seçilmesi gerekmektedir.

4) Biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevyanın ticari ve medikal kullanımlarında önemli yeri olan toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerinde, kurutma yöntemine ve bitki türüne bağlı olarak artış ya da azalış tespit edilmiştir. Antioksidan aktivite değeri ve toplam fenolik madde miktarı arasında pozitif bir ilişki saptanmıştır. En yüksek fenolik madde miktarı biberiye ve fesleğende; mikrodalga fırında 800 W güç seviyesinde, kekikte; kurutma tüneline 30 °C’de, nanede; güneşte, stevyada, gölgede kurutulmuş örneklerde saptanmıştır. En yüksek antioksidan aktivite değeri biberiye ve fesleğende; mikrodalga fırında 700 W ve 800 W güç seviyelerinde, kekikte; kurutma tüneline 30 °C’de, nanede; mikrodalga fırında 600 W, 700 W, 800 W güç seviyelerinde ve güneşte, stevyada ise güneşte ve gölgede kurutulmuş örneklerde tespit edilmiştir. Bitki türüne göre kurutma yöntemlerinin etkisi farklı olduğundan antioksidan aktivite değeri ve fenolik madde miktarı için tüm türleri kapsayan ortak bir yöntem belirlenmemiştir. Ancak kekik dışındaki diğer bitkilerde kurutma işlemi sonucunda toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerlerinde artış olduğundan, biberiye, fesleğen, nane ve stevyanın kurutulması değerlendirilmesi antioksidan özelliklerinden daha fazla yararlanma olanağı sağlayacaktır. Kekik için ise dondurarak kurutma ya da farklı kurutma yöntemlerinin kombinasyonları denenerek fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerinde artış sağlanabilir.

## KAYNAKLAR

- Afonso, M.S., Silva, A.M., Carvalho, E.B., Rivelli, D.P., Barros, S.B., Rogero, M.M., Mancini-Filho, J. 2013.** Phenolic compounds from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) attenuate oxidative stress and reduce blood cholesterol concentrations in diet-induced hypercholesterolemic rats. *Nutrition & metabolism*, 10(1):19.
- Ahmad, N., Fazal, H., Abbasi, B. H., Farooq, S. 2010.** Efficient free radical scavenging activity of *Ginkgo biloba*, *Stevia rebaudiana* and *Parthenium hysterophorous* leaves through DPPH (2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). *International journal of Phytomedicine*, 2(3).
- Ahn, J.A, Gru, I.U. and Mustapha, A. 2007.** Effects of plant extracts on microbial growth, color change, and lipid oxidation in cooked beef. *Food Microbiology*, 24; 7–14.
- Al Maqtari, M.A., Saeed, M.A., Ebtesam H. A.2011.** Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of *Thymus vulgaris* from Yemen. *Turkish J. Biochem.*, 36: 342-349.
- Aliakbarlu, J., Farnaz S. 2013** In vitro antioxidant and antibacterial properties and total phenolic contents of essential oils from *Thymus vulgaris*, *T. kotschyanus*, *Ziziphora tenuior* and *Z. clinopodioides*. *Turkish Journal of Biochemistry/Turk Biyokimya Dergisi*, 38:4.
- Al-Sereiti, M.R., Abu-Amer, K.M., Sen, P. 1999.** Pharmacology of rosemary (*Rosmarinus officinalis* Linn.) and its therapeutic potentials. *Indian Journal of Experimental Biology*, 37: 124-130.
- Anonim. 2007,** Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı.
- Anonim. 2008.** Use of rosemary extracts as a food additive. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.721>-(Erişim tarihi:28.08.2019).
- Anonim. 2009.** Kekik. <http://www.dunyagida.com.tr/haber/kekik/3238>-(Erişim tarihi: 04.07.2019).
- Araújo Silva, V., Pereira da Sousa, J., de Luna Freire Pessôa, H., Fernanda Ramos de Freitas, A., Douglas Melo Coutinho, H., Beuttenmuller Nogueira Alves, L., Oliveira Lima, E. 2016.** *Ocimum basilicum*: Antibacterial activity and association study with antibiotics against bacteria of clinical importance. *Pharmaceutical biology*, 54(5): 863-867.
- Ardakani, M.T., Ghassemi, S., Mehdizadeh, M., Mojab, F., Salamzadeh, J., Ghassemi, S., Hajifathali, A. 2016.** Evaluating the effect of *Matricaria recutita* and *Mentha piperita* herbal mouthwash on management of oral mucositis in patients undergoing hematopoietic stem cell transplantation: A randomized, double blind, placebo controlled clinical trial. *Complementary therapies in medicine*, 29:29-34.
- Arslan, D., Özcan, M.M., Mengeş, H.O.2010.** Evaluation of drying methods with respect to drying parameters, some nutritional and colour characteristics of peppermint (*Mentha x piperita* L.). *Energy Conversion and Management*, 51:(12), 2769-2775.
- Arslan, N., Yılmaz, G., Akınerdem, F., Özgüven, M., Kırıcı, S., Arıoğlu, H., Gümüşçü, A. Telci, İ., 2000.** Türkiye Ziraat Müh. 5. Teknik Kongresi. Milli Kütüphane-Ankara. (1)., S: 453-483.
- Aslan, N., Baydar, H., Kızıl, S., Karık, Ü., Şekeroğlu, N., Gümüşçü, A. 2015.** Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretiminde Değişimler ve Yeni Arayışlar, VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kong. S:483-507.
- Basmacıoğlu Malayoğlu, H. 2010.** Biberiyenin (*Rosmarinus officinalis* L.) antioksidan etkisi. *Hayvansal Üretim*, 51(2): 59-67.

- Başer, K.H.C., 1994.** Essential oils of *Lamiaceae* from Turkey: Recent results. *Lamiales Newsletter* (3):6-11.
- Başer, K.H.C., 2001.** Her Derde Deva Bir Bitki Kekik, *Bilim ve Teknik Dergisi*. 402:74-77.
- Benabdallah, A., Rahmoune, C., Boumendjel, M., Aissi, O., Messaoud, C. 2016.** Total phenolic content and antioxidant activity of six wild *Mentha* species (*Lamiaceae*) from northeast of Algeria. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 6(9), 760-766.
- Boskou, G., Salta, F.N., Chrysostomou, S., Mylona, A., Chiou, A., Andrikopoulos, N.K., 2006.** Antioxidant Capacity and Phenolic Profile of Table Olives from the Greek Market, *Food Chemistry*, (94): 558-564.
- Boskovic M, Zdravkovic N, Ivanovic J, Janjic J, Djordjevic J, Starcevic M, Baltic MZ. 2015.** Antimicrobial activity of thyme (*Tymus vulgaris*) and oregano (*Origanum vulgare*) essential oils against some food-borne microorganisms. *Procedia Food Sci.*, (5): 18-21.
- Calín-Sánchez, Á., Figiel, A., Lech, K., Szumny, A., Carbonell-Barrachina, Á.A. 2013.** Effects of drying methods on the composition of thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oil. *Drying Technology*, 31(2), 224-235.
- Capecka, E., Mareczek, A., Leja, M. 2005.** Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some *Lamiaceae* species. *Food Chemistry*, 93: 223-226.
- Cariño-Cortés, R., Hernández-Ceruelos, A., Torres-Valencia, J. M., González-Avila, M., Arriaga-Alba, M., Madrigal-Bujaidar, E. 2007.** Antimutagenicity of *Stevia pilosa* and *Stevia eupatoria* evaluated with the Ames test. *Toxicology in vitro*, 21(4): 691-697.
- Castaño, A.M.V., Cifuentes, M.C.B., Rincón, D.J.C. 2016.** Antioxidant activity of two varieties of *Ocimum basilicum* L. for potential use in phytocosmetics. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 69(2);7965-7973.
- Chan, E.W.C., Kong, L.Q., Yee, K.Y., Chua, W.Y., Loo, T.Y. 2012.** Antioxidant and antibacterial properties of some fresh and dried Labiatae herbs. *Free radicals and antioxidants*, 2(3): 20-27.
- Chew, Y.L., Chan, E.W.L., Tan, P. L., Lim, Y.Y., Stanslas, J., Goh, J.K. 2011.** Assessment of phytochemical content, polyphenolic composition, antioxidant and antibacterial activities of Leguminosae medicinal plants in Peninsular Malaysia. *BMC complementary and alternative medicine*, 11(1):12.
- Çetinkaya, S., Bilgin, Ş., Ertan, Ö.O. 2017.** Increasing shelf life of sous-vide cooked rainbow trout by natural antioxidant effective rosemary: basic quality criteria. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 3(2): 69-77.
- Del Baño, M. J., Lorente, J., Castillo, J., BenaventeGarcía, O., Del Río, J.A., Ortuño, A., Quirin, K.W., Gerard, D. 2003.** Phenolic diterpenes, flavones, and rosmarinic acid distribution during the development of leaves, flowers, stems, and roots of *Rosmarinus officinalis*. Antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.*, (51): 4247-4253.
- Deniña, I., Semjonovs, P., Fomina, A., Treimane, R., Linde, R. 2014.** The influence of *Stevia* glycosides on the growth of *L. actobacillus reuteri* strains. *Letters in applied microbiology*, 58(3):278-284.
- Di Cesare, L.F., Forni, E., Viscardi, D., Nani, R. C. 2003.** Changes in the chemical composition of basil caused by different drying procedures. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(12):3575-3581.

- Edemhanria, L., Ebhohimen, I., Amama, A., Olubokun, B., Okoh, E. 2017.** Effect of Drying Method on the in vitro Antioxidant Capacity of Ethanol Extracts of *Ocimum basilicum* L. Leaves. *The International Journal of Engineering and Science*, 6 (8): 23-28.
- Elbahnasawy, A.S., Valeeva, E.R., El-Sayed, E.M., Rakhimov, I.I. 2019.** The Impact of Thyme and Rosemary on Prevention of Osteoporosis in Rats. *Journal of nutrition and metabolism*.
- Ertürk, R., Çelik, C., Kaygusuz, R., Aydın, H. 2010.** Ticari olarak satılan kekik ve nane uçucu yağlarının antimikrobiyal aktiviteleri. *Cumhuriyet Medical Journal*, 32(4): 281-286.
- Ezeani, C., Ezenyi, I., Okoye, T., Okoli, C. 2017.** *Ocimum basilicum* extract exhibits antidiabetic effects via inhibition of hepatic glucose mobilization and carbohydrate metabolizing enzymes. *Journal of intercultural ethnopharmacology*, 6(1):22.
- Fakılı, O. 2010.** Türkiye’de kekik adı ile anılan bitkiler konusunda yapılan çalışmaların envanteri. *Yüksek Lisans Tezi*, ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Grayer, R.J., Kite, G.C., Goldstone, F.J., Bryan, S.E., Paton, A., Putievsky, E. 1996.** Intraspecific taxonomy and essential oil chemotypes in sweet basil, *Ocimum basilicum*. *Phytochemistry*, 43(5):1033-1039.
- Hajjhashemi, S., Geuns, J.M. 2013.** Free radical scavenging activity of steviol glycosides, steviol glucuronide, hydroxytyrosol, metformin, aspirin and leaf extract of *Stevia rebaudiana*. *Free Radicals and Antioxidants*, (3)34-S41.
- Haksel, M. 2007.** [http://e-kutuphane.teb.org.tr/pdf/eczaciodasiyayinlari/ila\\_habr-kas07/7.pdf](http://e-kutuphane.teb.org.tr/pdf/eczaciodasiyayinlari/ila_habr-kas07/7.pdf). (Erişim tarihi: 28.06.2019).
- Ghanta, S., Banerjee, A., Poddar, A., Chattopadhyay, S. 2007.** Oxidative DNA damage preventive activity and antioxidant potential of *Stevia rebaudiana* (Bert.), a natural sweetener. *J Agric Food Chem*. 55: 10962–10967.
- Hamrouni-Sellami, I., Rahali, F. Z., Rebey, I. B., Bourgou, S., Limam, F., & Marzouk, B. (2013).** Total phenolics, flavonoids, and antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* L.) plants as affected by different drying methods. *Food and Bioprocess Technology*, 6(3), 806-817.
- Hamrouni-Sellami, I., Rahali, F.Z., Rebey, I.B., Rebey, I.B., Bourgou, S., Limam, F., Marzouk, B. 2013.** Total phenolics, flavonoids, and antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* l.) plants as affected by different drying methods. *Food Bioprocess Technol.*, (6):806-817.
- Herro, E., Sharon E.J.. 2010.** *Mentha piperita* (peppermint). *Dermatitis*, 21(6 ): 327-329.
- İnanç, A. L., Cınar, I. 2009.** An alternative natural sweetener: stevia. *GIDA-Journal of Food*, 34(6): 411-415.
- Jalilzadeh-Amin, G., Maham, M. 2015.** The application of 1, 8-cineole, a terpenoid oxide present in medicinal plants, inhibits castor oil-induced diarrhea in rats. *Pharmaceutical biology*, 53(4): 594-599.
- Jino, P., Assawarachan, R. 2015.** Comparative study of color retention of dried stivia leaves (*Stevia Rebaudiana* Bertoni) by single-stage drying and multi-stage drying. *Journal of Food Science and Agricultural Technology (JFAT)*., (1)83-88.
- Kamkar A., Javan A.J., Asadi F. Kamalinejad M., 2010.** The antioxidative effect of Iranian *Mentha pulegium* extracts and essential oil in sunflower oil. *Food and Chemical Toxicology*, 48 (7):1796-800.

- Kaya A., Turgut L., 2012.** Yumurtacı Tavuk Rasyonlarına Değişik Oranlarda Katılan Adaçayı (*Salvia officinalis*), Kekik (*Thymbra spicata*), Nane (*Menthae piperitae*) Ekstraktları İle Vitamin E' nin Performans, Yumurta Kalitesi ve Yumurta Sarısı TBARS Değerleri Üzerine Etkileri, Atatürk Üniv. Zir.Fak. Der., 43(1):49-58.
- Kırca, A., Arslan, E. 2008.** Antioxidant capacity and total phenolic content of selected plants from Turkey. *International Journal of Food Science and Technology*, 43: 2038-2046.
- Kırıcı, S. 2015.** Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin genel durumu. *Türktob*, 4(15): 4-6.
- Kızıl, S., Kayabaşı, N. 2006.** Determination of Dyeing Properties of Spearmint (*Mentha spicata* var. *spicata*)., *International Journal of Agriculture and Biology*, 8:496-498.
- Kontogianni, V.G., Tomic, G., Nikolic, I., Nerantzaki, A. A., Sayyad, N., Stosic-Grujicic, S., Stojanovic I., Gerathanassis, I.P.,Tzakos, A.G. 2013.** Phytochemical profile of *Rosmarinus officinalis* and *Salvia officinalis* extracts and correlation to their antioxidant and anti-proliferative activity. *Food Chemistry*, 136(1):120-129.
- Kuhlmann, A., Röhl, C. 2006.** Phenolic antioxidant compounds produced by in vitro. Cultures of rosemary (*Rosmarinus officinalis*.) and their antiinflammatory effect on lipopolysaccharide-activated microglia. *Pharmaceutical Biology*, 44(6):401-410.
- Kwee, E.M., Niemeyer, E.D. 2011.** Variations in phenolic composition and antioxidant properties among 15 basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars. *Food Chemistry*, 128(4):1044-1050.
- Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Rojas, P., Stucken, K., Delporte, C., Valenzuela-Barra, G., Pasten, A. 2018.** Antioxidant, antimicrobial and anti-inflammatory potential of *Stevia rebaudiana* leaves: effect of different drying methods. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, (11): 37-46.
- Lim, H. W., Kim, H., Kim, J., Bae, D., Song, K. Y., Chon, J. W., Seo, K. H. 2018.** Antimicrobial Effect of *Mentha piperita* (Peppermint) Oil against *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Cronobacter sakazakii*, and *Salmonella Enteritidis* in Various Dairy Foods: Preliminary Study. *Journal of Milk Science and Biotechnology*, 36(3):146-154.
- Lim, Y.Y., Murtijaya, J. 2006.** Antioxidant properties of *Phyllanthus amarus* extracts as affected by different drying methods. *LWT.*, 40:1664-1669.
- Lima-Corrêa, R. D. A. B., dos Santos Andrade, M., Freire, J. T., do Carmo Ferreira, M. 2017.** Thin-layer and vibrofluidized drying of basil leaves (*Ocimum basilicum* L.): analysis of drying homogeneity and influence of drying conditions on the composition of essential oil and leaf colour. *Journal of applied research on medicinal and aromatic plants*, 7:54-63.
- Lorenzo-Leal, A. C., Palou, E., & López-Malo, A. 2019.** Evaluation of the efficiency of allspice, thyme and rosemary essential oils on two foodborne pathogens in in-vitro and on alfalfa seeds, and their effect on sensory characteristics of the sprouts. *International journal of food microbiology*, 295: 19-24.
- Makri, O., Kintzios, S. 2008.** *Ocimum* sp.(basil): Botany, cultivation, pharmaceutical properties, and biotechnology. *Journal of herbs, spices & medicinal plants*, 13(3): 123-150.
- Mandana B., Russly A.R., Ali G. Farah S.T., 2011.** Antioxidant activity of spearmint (*Mentha spicata* L.) leaves extracts by Supercritical Carbon Dioxide (SC-CO<sub>2</sub>) extraction.



- Martínez-Rodríguez, J.L., Gutiérrez-Hernández, R., Reyes-Estrada, C.A., Granados-López, A.J., Pérez-Veyna, O., Arcos-Ortega, T., López, J.A. 2019.** Hepatoprotective, Antihyperlipidemic and Radical Scavenging Activity of Hawthorn (*Crataegus oxyacantha*) and Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) on Alcoholic Liver Disease. *Alternative therapies in health and medicine*, 25(4):54-63.
- McCance, K.R., Flanigan, P.M., Quick, M.M., Niemeyer, E.D. 2016.** Influence of plant maturity on anthocyanin concentrations, phenolic composition, and antioxidant properties of 3 purple basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars. *Journal of food composition and analysis*, 53:30-39.
- McCarthy, T.L., Kerry, J.P., Kerry, J.F., Lynch, P.B., Buckley, D.J., 2001.** Evaluation of the antioxidant potential of natural food/plant extracts as compared with synthetic antioxidants and vitamin E in raw and cooked pork patties. *Meat Sci.*, 57: 45-52.
- Mikaili, P., Mojaverrostami, S., Moloudizargari, M., & Aghajanshakeri, S. 2013.** Pharmacological and therapeutic effects of *Mentha Longifolia* L. and its main constituent, menthol. *Ancient science of life*, 33(2): 131.
- Moghaddam, A.M.D., Shayegh, J., Mikaili, P., Sharaf, J.D. 2011.** Antimicrobial activity of essential oil extract of *Ocimum basilicum* L. leaves on a variety of pathogenic bacteria. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(15):3453-3456.
- Naczka, M., Shahidi, F. 2004.** Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, 1054: 95–111.
- Nagy, M., Tofană, M., Socaci, S.A., Pop A.V., Bors, M.D., Farcas, A. 2014.** Total phenolic, flavonoids and antioxidant capacity of some medicinal and aromatic plants. *Food Science and Technology*, 71(2): 209-210.
- Nguyen, P.M., Kwee, E.M., & Niemeyer, E.D. 2010.** Potassium rate alters the antioxidant capacity and phenolic concentration of basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. *Food Chemistry*, 123(4): 1235-1241.
- Nickavar, B., Alinaghi, A., & Kamalinejad, M. 2010.** Evaluation of the antioxidant properties of five *Mentha* species. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 203-209.
- Nieto, G., Díaz, P., Bañón, S., Dolores Garrido, M. 2010.** Dietary administration of ewe diets with a distillate from rosemary leaves (*Rosmarinus officinalis* L.): Influence on lamb meat quality. *Meat Science*, 84:23-29.
- Orphanides, A., Goulas, V., Gekas, V. 2013.** Effect of drying method on the phenolic content and antioxidant capacity of spearmint. *Czech Journal of Food Sciences*, 31(5):509-513.
- Özçatalbaş, O., 2018.** Şeker ve Tatlandırıcılar Sektörü. <http://www.enpolitik.com/kose-yazisi/2098/seker-ve-tatlandiricilar-sektoru.html>. Erişim tarihi (28.06.2019).
- Papageorgiou V., Mallouchos, A., Komaitis, M. 2008.** Investigation of the antioxidant behavior of air- and freeze-dried aromatic plant materials in relation to their phenolic content and vegetative cycle. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56:5743-5752.
- Periche, A., Castelló, M. L., Heredia, A., Escriche, I. 2015.** Influence of drying method on steviol glycosides and antioxidants in *Stevia rebaudiana* leaves. *Food chemistry*, 172: 1-6.
- Pirbalouti, A. G., Mahdad, E., Craker, L. 2013.** Effects of drying methods on qualitative and quantitative properties of essential oil of two basil landraces. *Food chemistry*, 141(3):2440-2449.
- Pişkin, Ç. 2007.** *Lamiaceae* familyasına mensup bazı baharat bitkilerinin antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*.

- Polatçı, H. 2008.** Farklı kurutma yöntemlerinin reyhan (*Ocimum basilicum*) bitkisinin kuruma süresine ve kalitesine etkisi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*.
- Polatçı, H., Tarhan, S. 2009.** Farklı kurutma yöntemlerinin reyhan (*Ocimum Basilicum*) bitkisinin kuruma süresine ve kalitesine etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(1): 61-70.
- Rizwan, F., Rashid, H.U., Yasmine, S., Monjur, F., Chatterjee, T.K. 2018.** Preliminary analysis of the effect of Stevia (*Stevia rebaudiana*) in patients with chronic kidney disease (stage I to stage III). *Contemporary clinical trials communications*, 12:17-25.
- Roby, M.H.H., Sarhan, M.A., Selim, K.A.H., Khalel, K.I. 2013.** Evaluation of antioxidant activity, total phenols and phenolic compounds in thyme (*Thymus vulgaris* L.), sage (*Salvia officinalis* L.), and marjoram (*Origanum majorana* L.) extracts. *Industrial Crops and Products*, 43:827-831.
- 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.
- Rubinskienė, M., Viškelis, P., Dambrauskienė, E., Viškelis, J., Karklelienė, R. 2015.** Effect of drying methods on the chemical composition and colour of peppermint (*Mentha piperita* L.) leaves. *Zemdirbyste-Agriculture*, (2):102.
- Ruiz, J.C.R., Ordoñez, Y.B.M., Basto, Á.M., Campos, M.R.S. 2015.** Antioxidant capacity of leaf extracts from two *Stevia rebaudiana* Bertoni varieties adapted to cultivation in Mexico. *Nutricion hospitalaria*, 31(3): 1163-1170.
- S. Kokkini.1994.** Herbs of the Labiatae. In: Encyclopaedia of Food Science, *Food Technology and Nutrition*, Academic Press, London pp. 2342– 2348, .
- Sagdic, O., Kuscu, A., Ozcan, M. ve Ozcelik, S., 2002.** Effects of Turkish spice extracts at various concentrations on the growth *E. coli* O157:H7. *Food Microbiology*, 19:473-480.
- Sajjadi, S.E. 2006.** Analysis of the essential oils of two cultivated basil (*Ocimum basilicum* L.) from Iran. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 14(3):128-130.
- Saki, A.A., Kalantar, M., Khoramabadi, V. 2014.** Effects of drinking Thyme essence (*Thymus vulgaris* L.) on growth performance, immune response and intestinal selected bacterial population in broiler chick- ens. *Poultry Science Journal*, 2(2):113–123..
- Samsudin, A., Aziz, I.A. 2013.** Drying of stevia leaves using laboratory and pilot scale dryers. *J. Trop. Agric. Food. Sci.*, 41,:137-147.
- Sarı, A.O., B., Oğuz. 2002.** Kekik, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayınları No.:108. Menemen, İzmir.
- Sárosi, S., Sipos, L., Kókai, Z., Pluhár, Z., Szilvássy, B., Novák, I. 2013.** Effect of different drying techniques on the aroma profile of *Thymus vulgaris* analyzed by GC–MS and sensory profile methods. *Industrial Crops and Products*, 46:210-216.
- Sezgin, A.C., Koç, F. 2016.** Gastronomi alanında doğal tatlandırıcı stevia'nın kullanımı. *Int. J. Acad. Res. Bus. Soc. Sci.*, 4(26) (): 255-265.
- Shiga, T., Shoji, K., Shimada, H., Hashida, S. N., Goto, F., Yoshihara, T. 2009.** Effect of light quality on rosmarinic acid content and antioxidant activity of sweet basil, *Ocimum basilicum* L. *Plant biotechnology*, 26(2):255-259.
- Shivanna, N., Naika, M., Khanum, F., Kaul, V.K. 2013.** Antioxidant, anti-diabetic and renal protective properties of Stevia rebaudiana. *Journal of Diabetes and its Complications*, 27(2): 103-113.

- Simon, J.E., Quinn, J., Murray, R.G., 1999.** Basil: a source of essential oils. In: Janick, J., Simon, J.E. (Eds.), *Advanced in New Crops*. Timber Press, Portland, OR., 484-489.
- Singh, R., Shushni, M.A., Belkheir, A. 2015.** Antibacterial and antioxidant activities of *Mentha piperita* L. *Arabian Journal of Chemistry*, 8(3):322-328.
- Tai, J., Cheung, S., Wu, M., Hasman, D. 2012.** Antiproliferation effect of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) on human ovarian cancer cell in vitro. *Phytomedicine*, 19:436-443.
- Therdthai, N., Zhou, W. 2009.** Characterization of microwave vacuum drying and hot air drying of mint leaves (*Mentha cordifolia* Opiz ex Fresen). *Journal of Food Engineering*, 91(3):482-489.
- Umar, A., Imam, G., Yimin, W., Kerim, P., Tohti, I., Berké, B., Moore, N.2010.** Antihypertensive effects of *Ocimum basilicum* L.(OBL) on blood pressure in renovascular hypertensive rats. *Hypertension research*, 33(7):727.
- Uyulaşer, V. , Başoğlu, F. 2011.** Temel Gıda Analizleri. Dora Yayıncılık, Bursa, 125.
- Vieira, R.F., Simon, J.E. 2000.** Chemical characterization of basil (*Ocimum* spp.) found in the markets and used in traditional medicine in Brazil. *Economic botany*, 54(2):207-216.
- Vitali, D., Vedinra Dragojevic, I., Šebecic, B. 2009.** Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114:1462–1469.
- Yetişen, B., 2011.** Türkiye'nin farklı lokasyonlarına ait *Mentha spicata* L. türünde morfolojik, anatomik çalışmalar. *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Botanik Anabilim Dalı, İzmir.
- Yıldırım, Ş. 1996.** Türkiye'deki eğreltilerin yayılışı. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 3(1):93-104.
- Yi, W., Wetzstein, H. Y. 2011.** Effects of drying and extraction conditions on the biochemical activity of selected herbs. *HortScience*, 46(1):70-73.
- Yiğit, N. Benli, M. 2005.** Ülkemizde yaygın kullanımı olan kekik (*Thymus vulgaris*) bitkisinin antimikrobiyal aktivitesi. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 3(8):1-8.
- Youdim, K. A., Deans, S. G., Finlayson, H. J. 2002.** The antioxidant properties of thyme (*Thymus zygis* L.) essential oil: an inhibitor of lipid peroxidation and a free radical scavenger. *Journal of Essential Oil Research*, 14(3), 210-215.
- Złotek, U., Mikulska, S., Nagajek, M., & Świeca, M. 2016.** The effect of different solvents and number of extraction steps on the polyphenol content and antioxidant capacity of basil leaves (*Ocimum basilicum* L.) extracts. *Saudi journal of biological sciences*, 23(5):628-633.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hatice Damla GÜLER  
Doğum Yeri ve Tarihi : Sivas- 13.01.1991  
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu  
Lise : Selçuk Anadolu Lisesi, 2005-2009  
Lisans : Çukurova Üniversitesi, 2010-2015  
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi, 2015–2019

İletişim : hdamla.guler@gmail.com

