



Determination of Phytochemicals and Antioxidant Capacity of *Satureja hortensis* L[#]

Fatma Ergün^{1,a,*}

¹Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Health Sciences Kırşehir, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>This study was presented at the 6th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress (Kütahya, TARGID 2022)</i></p> <p>Research Article</p> <p>Received : 12.10.2022 Accepted : 24.11.2022</p> <p>Keywords: Satureja hortensis Phenolic and Flavonoid substance Reducing power Antioxidant. Thyme</p>	<p>Thyme is one of the spices that is widely consumed in the regions where it grows and is used in many dishes, especially soups, and gives a regional identity to the dish where it is used. In this study, the amount of phytochemicals and antioxidant capacity of the plant <i>Satureja hortensis</i> L. (süpürge kekiği, çibriska) which grows spontaneously and is used as a spice in meals in the Karakoçlar settlement area of Olur district of Erzurum province was investigated. The total amounts of phenolic and flavonoid substances were determined to be 40.85±0.85 mg GAE/g and 26.52±0.46 mg QE/g, respectively. In addition, the DPPH radical scavenging activity of the plant extract was calculated as 45.24 ±3.47 µg TE/mL and the IC₅₀ value was calculated as 177.11±0.99 µg/mL. It was determined that the Cu²⁺ reducing antioxidant capacity of the <i>S. hortensis</i> plant extract was 2162.09±113.61 µg TE/mL and the Fe³⁺ reducing antioxidant capacity was 24.36±4.59 µg TE/mL. As a result, it was concluded that the <i>S. hortensis</i> plant, which is known with different names in different regions, has antioxidant potential and can be used as a natural antioxidant source in addition to its common use.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(sp1): 2635-2639, 2022

Satureja hortensis L.'nin Fitokimyasallarının ve Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 12.10.2022 Kabul : 24.11.2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Satureja hortensis Fenolik ve Flavonoid madde İndirgeme gücü Antioksidan Kekik</p>	<p>Kekik yetiştiği bölgelerde yaygın olarak tüketilen ve başta çorbalar olmak üzere birçok yemekte kullanılan ve kullanıldığı yemeğe bölgesel kimlik kazandıran baharatların başında gelmektedir. Bu çalışmada, Erzurum ilinin Olur ilçesi Karakoçlar yerleşim yeri bölgesinde kendiliğinden yetişen ve bölgede yemeklerde baharat olarak kullanılan <i>Satureja hortensis</i> L. (süpürge kekiği, çibriska) bitkisinin fitokimyasal madde miktarları ve antioksidan kapasitesi araştırılmıştır. Toplam fenolik ve flavonoid madde miktarlarının sırasıyla 40,85±0,85 mg GAE/g ve 26,52±0,46 mg KE/g olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bitki ekstraktının DPPH radikal giderme aktivitesi 45,24 ±3,47 µg TE/mL ve IC₅₀ değeri ise 177,11±0,99 µg/mL olarak hesaplanmıştır. <i>S. hortensis</i> bitki ekstraktının Cu²⁺ indirgeyici antioksidan kapasitesinin 2162,09±113,61 µg TE/mL olduğu ve Fe³⁺ indirgeme antioksidan kapasitesinin ise 24,36±4,59 µg TE/mL olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak farklı bölgede değişik isimlerle anılan <i>S. hortensis</i> bitkisinin antioksidan potansiyele sahip olduğu ve yaygın olarak kullanım şekline ilave olarak doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabilceği kanaatine varılmıştır.</p>

^a fatma.ergun@ahievran.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0001-5587-1581>



Giriş

Aromatik bitkiler insanlık tarihinde antiseptik ve aromatik özelliklerinden dolayı gıda koruyucu, baharat, parfüm ve sağlık gibi birçok alanda kullanılmıştır (Sevindik ve ark., 2017; Mohammed ve ark., 2019; Akgül ve ark., 2022). Türkiye yetişen ve antioksidan etkiye sahip aromatik bitkiler arasında kekik de yer almaktadır (Akgül ve Ayar, 1993). Kekik bitkisi ülkemizde yaygın olarak kullanılan bir bitkidir. Kullanımı binlerce yıl öncesine dayanan bu bitki antik Yunanda tütsü, yatıştırıcı ve böcek kovucu olarak kullanılırken antik Mısırda ise antimikrobiyal etkisinden dolayı mumyalamada kullanıldığı bilinmektedir. Milattan sonra 1. yüzyılda sağlık alanındaki kullanımı başlamıştır (Bozdemir, 2019).

Hem besin hem de halk ilacı olarak kullanılan Lamiaceae familyasına ait olan farklı cinslerdeki birçok tür kekik adıyla anılmaktadır (Tuzlacı, 2011). Bu türlerin neredeyse tamamında timol bulunmaktadır (Sankaya, 2019). Yapılan araştırmalarda özellikle oksidatif stresle ilişkili olan birçok hastalıktan korunmak için fenolik bileşikler açısından zengin besin öğelerinin diyetle dahil edilmesi önerilmektedir (Roleira ve ark., 2015; Yılmaz ve ark., 2019).

Lamiaceae familyasındaki cinslerden *Satureja*'nın ülkemizde 14 türü vardır. Bu türler tek yıllık veya çok yıllık olabilirler. *Satureja hortensis* L. (yaz kokulu) bunlar arasında yer alan tek yıllık otsu bir kekik türüdür (Katar ve Aytaç, 2019).

Bu tür doğu bölgelerinde yaygınken diğer bölgelerde kültürü yer almaktadır. Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinde yer alan *S. hortensis* bitkisi Çiprişka, Çay Kekigi, Sater, Karanfil kekigi ve kekik gibi isimlerle anılmaktadır. Bu tür kokusu nedeniyle yemeklerde çeşni olarak, ayrıca mide rahatsızlıklarında, diyabette ve depresan olarak çay formunda kullanılmaktadır (Başer ve ark., 2004). Ayrıca spazm giderici, ishal önleyici, yatıştırıcı, antioksidan ve antimikrobiyal etkileri de vardır (Şahin ve ark., 2003).

Bu çalışmada, Erzurum ilinin Olur ilçesi Karakoçlar yerleşim yeri bölgesinde kendiliğinden yetişen *S. hortensis* bitkisinin fitokimyasal madde miktarları ve antioksidan gücünün araştırılması hedeflenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bitki Numunelerinin Temini

Çalışmada kullandığımız *S. hortensis* materyali kurutulmuş olarak Erzurum ilinin Olur ilçesi halk pazarında satış yapan kişilerden satın alınmıştır (bitkinin toplandığı bölge satın alınan kişinin verdiği bilgiler doğrultusunda belirtilmiştir).

Bitki Ekstraktlarının Hazırlanması

Kurutulmuş bitki örnekleri öğütücü kullanılarak parçalandı. Daha sonra 10 gr alınarak üzerine 20 kat olacak şekilde metanol ilave edildi. Belli bir süre karıştırıldıktan sonra süzülde. Bu işlem 3 kez tekrarlandı. Süzme işlemi sonrası elde edilen ekstraktlar birleştirildi ve metanol evaporatör yardımıyla uzaklaştırıldı (Ergün, 2022). Daha sonra analizlerde kullanılmak üzere 1000 ppm konsantrasyonda çözeltisi hazırlandı.

Toplam Fenolik ve Flavonoid Madde Miktarı Tayini

Fenolik madde tayini Folin-Ciocalteu metodu ile yapıldı (Slinkard ve Singleton, 1977). Bu amaçla 1000 ppm'lik çözeltiden 50 µL alınarak üzerine bir miktar destile su ilave edildi. 40 µL Folin-Ciocalteu reaktifi eklendi. 3 dk oda şartlarında bekledikten sonra üzerine %2'lik Na₂CO₃ çözeltisinden 120 µL eklenerek oda sıcaklığında 2 saat inkübe edildi. 760 nm'de köre karşı absorbans ölçüldü. Fenolik madde miktarı gallik asit kullanılarak oluşturulan standart grafik yardımıyla gallik asit eşdeğeri olarak belirlendi (mg GAE/g).

Flavonoid madde miktarı ise alüminyum nitrat metodu kullanılarak belirlendi (Nieva Moreno ve ark., 2000). Öncelikle numüne den 50 µL alınarak üzerine 1870 µL metanol ilave edildi. Daha sonra 40'ar µL KCH₃COO (1 M) ve Al(NO₃)₃ (%10) çözeltilerinden ilave edilerek 40 dk inkübasyon sonrası 415 nm'de absorbanslar okundu. Flavonoid madde miktarı kuersetin eşdeğeri olarak hesaplandı (mg KE/g).

DPPH Serbest Radikal Süpürme Aktivitesi Tayini

1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikali kullanılarak ekstraktın serbest radikal giderim aktivitesi belirlendi (Blois, 1958). Bu amaçla 20-80 µL ekstrakt örnekleri alınıp toplam hacim metanol kullanılarak 400 µL'ye tamamlandı. Daha sonra üzerine 1600 µL DPPH çözeltisi (0,1 mM) eklenerek karanlıkta 30 dk inkübasyonun ardından 517 nm'de absorbansları okundu. Ayrıca troloks kullanılarak standart grafik elde edildi ve ekstraktın DPPH radikal giderici aktivitesi troloks eşdeğeri olarak da hesaplandı. Ekstrak ve standardın % radikal giderme aktiviteleri;

$$\%DPPH \cdot \text{radikal} \text{ giderme aktivitesi} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$$

formülü kullanılarak hesaplandı (A₀=Kontrol reaksiyonunun absorbansı, A₁=*S. hortensis* ekstresinin ve standart çözeltinin absorbansı).



Şekil 1. *S. Hortensis*'in taze bitki ve kurutulmuş formları
Figure 1. Fresh plant and dried forms of *S. hortensis*

Fe³⁺-Fe²⁺ İndirgeme Kapasitesi

Fe³⁺ indirgeme gücü tayini Oyaizu (1986) metodu kullanılarak yapıldı. Bu metoda göre indirgeme gücü Fe³⁺'ün Fe²⁺'ye indirgenmesi ile meydana gelen renk değişiminin 700 nm'de takip edilmesi ile belirlendi. Standart eğri Trolox kullanılarak oluşturuldu ve sonuçlar troloks eşdeğeri olarak hesaplandı.

Cu²⁺-Cu⁺ Azaltma Kapasitesi (CUPRAC Yöntemi)

Cu²⁺ indirgeme kapasitesi Apak ve ark. (2004)'e göre yapıldı. Bunun için 1'er mL CuCl₂, Neokuprin ve NH₄CH₃COO ilave edildi. Üzerlerine ekstrak çözeltisi ilave edildikten sonra toplam hacim 4 mL'ye saf su ile tamamlandı. 30 dk inkübasyondan sonra 450 nm'de absorbansı okundu. Sonuçlar troloks eşdeğeri olarak hesaplandı.

Bulgular ve Tartışma

Kekik bitkisi ülkemizde yaygın olarak yetişen, besin ve halk ilacı olarak kullanılan bir bitkidir ve antioksidan özelliğe sahip aromatik bitkiler arasında yer almaktadır (Şahin ve ark., 2003). Bu çalışmada *Satureja* cinsine ait tek yıllık bir tür olan *S. hortensis* bitkisinin fitokimyasal özellikleri araştırılmıştır. *S. hortensis* ekstraktında fenolik madde miktarı 40,85±0,85 mg GAE/g, flavonoid madde miktarı ise 26,52±0,46 mg KE/g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Dorman ve Hiltunen (2004) aynı tür ile yaptığı çalışmada etanol ekstraktında fenolik madde miktarını 27,0±9,1 mg GAE/g ekstrakt olarak bildirmişlerdir. Ayrıca *S. hortensis* türü ile yapılan başka çalışmalarda bu değer, 32,65 mg/g gallik asit eş değeri olarak bulunmuştur (Valizadeh ve ark., 2014). İranda endemik bir tür olan *Satureja sahendica* Bornm. türünde çiçeklenme öncesi dönemde fenolik madde miktarı 25,56 mg/g kuru madde (Ghotbabadi, ve ark., 2012), *Satureja montana* türünde ise 25,82 ± 3,14 mg/g kuru ağırlık olarak belirlenmiştir (López-Cobo ve ark., 2015). Çalışmada bulduğumuz fenolik madde miktarı bu değerlerden yüksektir.

S. hortensis farklı ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmalarda flavonoid madde miktarı 44,91 ± 0,14 mg KE/g (Kamkar ve ark., 2014), 5,23 ± 0,76 – 28,42 ± 0,29 mg RU/g aralığında (Mašković ve ark., 2017) belirlenmiştir. Çalışmamızda bulduğumuz değerler

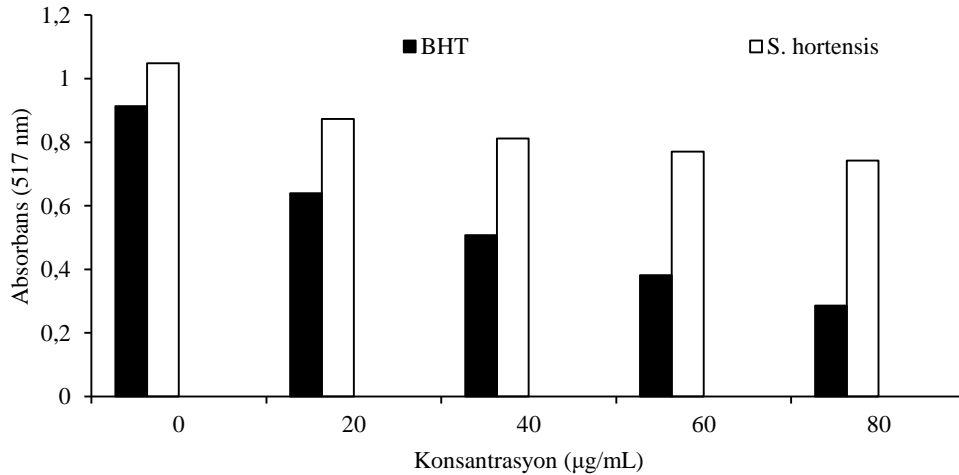
Kamkar ve ark., bulduğu değerden düşük, Mašković ve ark., bulduğu değere benzerlik göstermektedir.

S. hortensis ekstraktının antioksidan özelliğini belirlemek amacıyla serbest radikal giderme aktivitesi, Fe³⁺-Fe²⁺ indirgeme gücü ve Cu²⁺-Cu⁺ azaltma kapasitesi belirlendi. Antioksidan gücü çalışmalarında standart olarak 2,6-di-t-bütil-1-hidroksitoluen (BHT) kullanıldı. DPPH serbest radikali kullanılarak ekstraktın ve BHT'nin radikal giderme aktivitesi belirlendi.

DPPH• radikal gideriminin %50'sinin inhibisyonunu sağlayan konsantrasyon (IC₅₀) değerinin belirlenmesi için 1000 ppm konsantrasyonda hazırlanan 20, 40, 60 ve 80 µL alınarak Blois (1958) metodu uygulanarak 517 nm de ölçümleri yapıldı (Şekil 2). Daha sonra %inhibisyon hesaplandı. Standart olarak kullandığımız BHT 80 µg/mL konsantrasyonda %68,67 oranında inhibisyon gerçekleştirirken, bitki ekstraktının aynı konsantrasyonda %29,19 oranında inhibisyon gerçekleştirdiği görülmektedir (Çizelge 2).

Antioksidan özellik gösteren madde DPPH ile reaksiyona girerek ortamın mevcut menekşe renginin azalmasına veya tamamen kaybolmasına neden olacaktır. Rengin kaybolması DPPH radikalının indirgenmiş forma dönüştüğünün dolayısıyla ortamda antioksidan varlığının göstergesidir. Grafikte absorbans değerlerindeki azalma ekstraktın radikal süpürücü aktivitesi olduğunu göstermektedir (Şekil 2). IC₅₀ değerini belirlemek için öncelikle farklı konsantrasyonlardaki % DPPH radikal giderme aktivite değerleri belirlendi. Daha sonra konsantrasyona karşı % DPPH radikal giderme değerleri yerleştirilerek çizilen grafikler kullanılarak IC₅₀ değeri 177,11±0,99 µg/mL olarak hesaplandı (Çizelge 3). IC₅₀ değeri ile radikal süpürme aktivitesi arasında ters orantı vardır. Değerin yüksek olması aktivitenin az olduğunu gösterir.

Aynı türle yapılan çalışmalarda, Kamkar ve ark. (2014) metanol ekstraktında IC₅₀ değerini 31,5±0,7 µg/mL, Dorman ve Hiltunen (2004) etil asetat ekstraktında bu değeri 138,0±6,0 µg/mL olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda bulduğumuz değer Dorman ve Hiltunen'nin buldukları değere benzerken Kamkar ve ark.'nın buldukları IC₅₀ değerinden düşüktür.



Şekil 2. *S. hortensis* ekstraktı ve BHT'nin farklı konsantrasyonlarda DPPH• radikal giderme etkisi
Figure 2. DPPH• radical scavenging effect of *S. hortensis* extract and BHT at different concentrations

Çizelge 1. *S. hortensis* 'e ait fenolik ve flavonoid madde miktarlarıTable 1. The amounts of phenolic and flavonoid substances of *S. hortensis*

Ekstrak	Fenolik madde miktarı (mgGAE/g)	Flavonoid madde miktarı (mgKE/g)
<i>S. hortensis</i>	40,85±0,85	26,52±0,46

Çizelge 2. *S. hortensis* ekstraktı ve BHT'nin DPPH radikal giderme (%) değerleriTable 2. DPPH· radical scavenging (%) values of *S. hortensis* extract and BHT

Ekstraktlar ve standart	20 µg/mL	40 µg/mL	60 µg/mL	80 µg/mL
<i>S. hortensis</i>	16,69	22,51	26,52	29,19
BHT	30,01	44,46	58,15	68,67

Çizelge 3. *S. hortensis* ekstraktının IC₅₀ ve Fe³⁺-Fe²⁺ indirgeme gücü ve Cu⁺²-Cu⁺ azaltma kapasitesi değerleriTable 3. IC₅₀, Fe³⁺-Fe²⁺ reducing power and Cu²⁺-Cu⁺ reducing capacity values of *S. hortensis* extract

	İndirgeme gücü (µg TE /mL)	IC ₅₀ (µg/mL)	Cuprac (µg TE/mL)
<i>S. hortensis</i>	24,36±4,59	177,11±0,99	2162,09±113,61
BHT	163,79±11,79	51,26±1,52	5620,84±246,69

S. sahendica Bornm. türünde yapılan bir çalışmada IC₅₀ değeri çiçeklenme öncesi dönemde 7,85±0,06 µg/mL, çiçeklenme döneminde ise 8,34±0,06 µg/mL olarak belirlenmiştir (Ghotbabadı ve ark., 2012). Ayrıca *S. montana*'da yapılan bir çalışmada IC₅₀ değeri 116,36±12,83 µg /mL olarak belirlenmiştir (López-Cobo ve ark., 2015). Eminağaoğlu ve ark., (2007) *Satureja spicigera* türünün metanol ekstraktlarında IC₅₀ değerini 267,0±1,42 µg /mL hesaplamışlardır. Bu sonuçlarda dikkate alındığında antioksidan gücünü, bitkinin yetiştiği bölge, toplanma zamanı ve tür farklılığının etkilediği söylenebilir.

Bitkilerin indirgeme gücü ile antioksidan kapasitesi arasında genelde doğru orantı vardır. Ekstraktın ve BHT'nin Fe³⁺ indirgeme indirgeme gücü belirlenirken 50 µL örnek alınarak Oyaizu (1986) metoduna göre 700 nm'de absorbanslar ölçüldü. Troloks ile hazırlanan standart eğri kullanılarak ekstraktın indirgeme gücü 24,36±4,59 µg TE/mL olarak hesaplandı (Çizelge 3). İki farklı kekik türünün etanol ekstraktında yapılan bir çalışmada *Thymbra spicata* var. *spicata* (zahter)'de FRAP değeri 62,13 ± 4,04 mg TE, *Origanum onites* (İzmir kekiği) de ise bu değer 109,67 ± 3,26 mg TE olarak bildirilmiştir (Yılmaz ve ark., 2019). Yesiloglu ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada, *S. hortensis* bitkisinin su, etil alkol ve aseton ekstraktları arasında en yüksek indirgeme gücünün su ekstraktlarında olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca yapılan başka bir çalışmada da *S. hortensis*'in ekstraktının Fe²⁺ indirgeme gücüne sahip olduğunu belirlemişlerdir (Dorman ve Hiltunen 2004). Çalışmamızda ekstraktın indirgeme gücü standarda göre düşüktür fakat Fe³⁺'ü indirgemesi antioksidan gücüne sahip olduğunu gösterir.

S. hortensis'den hazırlanan metanol ekstraktının indirgeme gücünü belirlemek için bakır iyonu indirgeme potansiyeli de incelenmiştir. Ekstraktın Cu⁺² indirgeme gücü 2162,09±113,61 µg TE/mL, BHT nin ise 5620,84±246,69 µg TE/mL olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Bu sonuçlara göre ekstraktın indirgeme kapasitesi standarttan düşüktür. *S. metastasiantha* türünde yapılan bir çalışmada metanol ekstraktında Cu⁺² indirgeme gücü belirlenmiş ve standart olarak kullandıkları α-tokoferol'den düşük olduğunu bildirilmiştir (Carikci ve ark. 2020). Taslimi ve ark., (2020) yaptıkları çalışmada ise *S. cuneifolia* (kaya kekiği) metanol ekstraktlarında Cu⁺² indirgeme kapasitesinin var olduğu belirlenmiştir. Külcü

ve ark., (2019) *Thyme serpyllum* (yabani kekik) ile yaptıkları bir çalışmada etanol ekstraktında Cu⁺² indirgeme gücünü hekzan ekstraktına oranla daha yüksek bulmuşlardır. Farklı kekik türleri ile yapılan çalışmalardaki sonuçlar, bu çalışmada bulduğumuz sonucu destekler niteliktedir.

Sonuç

S. hortensis bitkisinin fitokimyasal yapısını belirlemek için yaptığımız çalışmada fitokimyasalların toplam madde miktarı belirlenmiş ve antioksidan kapasitesinin de var olduğu belirlenmiştir. Bitkilerde yaygın olarak bulunan fenolik bileşiklerdeki fenolik kısmın reaktivitesi sonucu antioksidan özellik gösterdiği kabul edilmektedir (Di Carlo ve ark., 1999). Bu nedenle fenolik bileşenlerin miktarı bitkinin antioksidan kapasitesi, besin kalitesi ve sağlık açısından yararları hakkında bilgi vermektedir. Fenol yapıları bileşikler antioksidan güçleri ve bitkilerde bulunmaları sebebiyle birçok hastalığa karşı alternatif koruyucu olarak da ilgi görmektedirler. Çalışma sonucunda birçok farklı bölgede farklı isimlerle anılan ve kullanımı oldukça yaygın olan *S. hortensis* bitkisinin antioksidan özelliğine sahip olduğu görüldü. Günümüzde özellikle gıda endüstrisinde, sentetik antioksidanların oluşabilecek olumsuz etkileri nedeniyle gıda katkı maddelerinin güvenilirliği sorgulanır hale gelmiş ve doğal antioksidan kaynağı arayışı artmıştır. *S. hortensis* bitkisinin bu kategoride değerlendirilebilmesi için daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynaklar

- Akgül H, Mohammed FS, Kına E, Uysal İ, Sevindik M, Doğan M. 2022. Total Antioxidant and Oxidant Status and DPPH Free radical activity of *Euphorbia eriophora*. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 10(2): 272-275.
- Akgül A, Ayar A. 1993. Yerli baharatların antioksidan etkileri. J. Agriculture and Forestry, 17: 1061-1068.
- Apak R, Güçlü K, Özyürek M, Karademir SE, 2004. A novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols, vitamin c and e, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC Method, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52: 7970-7981

- Başer KHC, Özek T, Kirimer N, Tümen G. 2004. A Comparative Study of the Essential Oils of Wild and Cultivated *Satureja hortensis* L. Journal of essential oil research, 16(5): 422-424.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical, Nature, 181: 1199-1200.
- Bozdemir Ç. 2019. Türkiye’de Yetişen Kekik Türleri, Ekonomik Önemi ve Kullanım Alanları. Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 29(3): 583-594.
- Carikci S, Goren AC, Dirmenci T, Yalcinkaya B, Erkuçuk A, Topcu G. 2020. Composition of the essential oil of *Satureja metastasiantha*: a new species for the flora of Turkey. Zeitschrift für Naturforschung C, 75(7-8): 271-277.
- Di Carlo G, Mascolo N, Izzo AA, Capasso F. 1999. Flavonoids: Old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs. Life Sciences, 65(4): 337-353.
- Dorman HJD, Hiltunen R. 2004. Fe (III) reductive and free radical-scavenging properties of summer savory (*Satureja hortensis* L.) extract and subfractions. Food chemistry, 88(2): 193-199.
- Eminagaoglu O, Tepe B, Yumrutas O, Akpulat HA, Daferera D, Polissiou M, Sokmen A. 2007. The in vitro antioxidative properties of the essential oils and methanol extracts of *Satureja spicigera* (K. Koch.) Boiss. and *Satureja cuneifolia* ten. Food chemistry, 100(1): 339-343.
- Ergün F. 2022. The Effects of Drying Methods on Total Phenolic and Flavonoid Substances and Antioxidant Capacity of Redstem Filaree (*Erodium Cicutarium*). Applied Ecology and Environmental Research, 20(1). 499-509.
- Ghotbabadi FS, Alizadeh A, Zadehbagheri M, Kamelmanesh MM, Shaabani M. 2012. Phytochemical composition of the essential oil, total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activity in Iranian *Satureja sahendica* Bornm. at different ontogenesis conditions. Journal of Medicinal Plants Research, 6(19): 3525-3534.
- Kamkar A, Tooriyan F, Jafari M, Bagherzade M, Saadatjou S, Molaee Aghaee E. 2014. Antioxidant activity of methanol and ethanol extracts of *Satureja hortensis* L. in soybean oil. Journal of food quality and hazards control, 1(4): 113-119.
- Katar N, Aytaç Z. 2019. Sater (*Satureja hortensis* L.) genotiplerinin farklı lokasyonlarda agronomik ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(2): 253-269.
- Külcü, D. B., Gökişik, C. D., & Aydın, S. (2019). An investigation of antibacterial and antioxidant activity of nettle (*Urtica dioica* L.), mint (*Mentha piperita*), thyme (*Thyme serpyllum*) and *Chenopodium album* L. plants from Yaylacık Plateau, Giresun, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(1), 73-80.
- López-Cobo A, Gómez-Caravaca AM, Švarc-Gajić J, Segura-Carretero A, Fernández-Gutiérrez A. 2015. Determination of phenolic compounds and antioxidant activity of a Mediterranean plant: The case of *Satureja montana* subsp. *kitaibeli*. Journal of Functional Foods, 18: 1167-1178.
- Mašković P, Veličković V, Mitić M, Đurović S, Zeković Z, Radojković M, Cvetanović A, Švarc-Gajić J, Vujić, J. 2017. Summer savory extracts prepared by novel extraction methods resulted in enhanced biological activity. *Industrial Crops and Products*, 109: 875-881.
- Mohammed FS, Daştan T, Sevindik M, Selamoğlu Z. 2019. Antioxidant, antimicrobial activity and therapeutic profile of *Satureja hortensis* from Erzincan Province. *Cumhuriyet Medical Journal*, 41(3): 558-562.
- Nieva Moreno MI, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina, *Journal of Ethnopharmacology*, 71: 109-114
- Oyaizu M, 1986. Study on products of Browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn. J. Nutr*, 44:307-315.
- Roleira FMF, Tavares-da-Silva EJ, Varela CL, Costa SC, Silva T, Garrido J, Borges F. 2015. Plant derived and dietary phenolic antioxidants: Anticancer properties. *Food Chemistry*, 183: 235-258.
- Sarıkaya AG. 2019. Leaf and Flower Volatile Oil Components of Two Tyme Taxa *Origanum onites* L. and *Thymbra spicata* var. *spicata* L. in Turkey. *European Journal of Science and Technology Society for Enology and Viticulture*, 17: 346-350.
- Sevindik M, Akgul H, Pehlivan M, Selamoğlu Z. 2017. Determination of therapeutic potential of *Mentha longifolia* ssp. *longifolia*. *Fresen Environ Bull*, 26(7): 4757-4763.
- Slinkard K, Singleton VL. 1977. Total phenol analyses: Automation and comparison with manual methods, *American Journal of Enology and Viticulture*, 28: 49-55.
- Şahin F, Karaman I, Güllüce M, Ögütçü H, Şengül M, Adıgüzel A, Öztürk S, Kotan, R. 2003. Evaluation of antimicrobial activities of *Satureja hortensis* L. *Journal of ethnopharmacology*, 87(1): 61-65.
- Taslimi P, Köksal E, Gören AC, Bursal E, Aras, A, Kılıç Ö, Alwaseel S, Gülçin İ. 2020. Anti-Alzheimer, antidiabetic and antioxidant potential of *Satureja cuneifolia* and analysis of its phenolic contents by LC-MS/MS. *Arabian journal of chemistry*, 13(3): 4528-4537.
- Tuzlacı E. 2011. Türkiye Bitkileri Sözlüğü. İstanbul: Alfa Yayınları
- Valizadeh S, Fakheri T, Mahmoudi R, Katirae F, Gajarbeygi P. 2014. Evaluation of Antioxidant, Antibacterial, and Antifungal Properties of *Satureja hortensis* Essential Oil, *Biotech Health Sci*. November; 1(3): e24733.
- Yesiloglu Y, Sit L, Kilic I. 2013. In vitro antioxidant activity and total phenolic content of various extracts of *Satureja hortensis* L. collected from Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 25(15): 8311-8316.
- Yılmaz DÇ, Özdoğan O, Bulut G, Seyhan SA. 2019. İki Kekik Türünün (*Thymbra spicata* var. *spicata* ve *Origanum onites*) Antioksidan Aktivitelerinin Karşılaştırılması. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 1(2): 296-306.