

## Kırmızı hevhulma (*Lythrum salicaria* L.) bitkisinin toplam fenolik bileşik tayini ile antioksidan ve antimikrobiyel aktivitelerinin belirlenmesi

*Determination of total phenolic compound, antioxidant and antimicrobial activities of purple loosestrife (*Lythrum salicaria* L.) plant*

Mehmet Soner ENGİN<sup>1,a</sup>, Selin KALKAN<sup>\*1,b</sup>, Mustafa Remzi OTAĞ<sup>1,c</sup>

<sup>1</sup> Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 28200, Giresun

• Geliş tarihi / Received: 18.03.2020

• Düzeltilecek geliş tarihi / Received in revised form: 25.10.2020

• Kabul tarihi / Accepted: 30.12.2020

### Öz

Kırmızı (Tıbbi) hevhulma olarak bilinen *Lythrum salicaria* L. ishal, kronik bağırsak nezlesi, diş eti kanamaları, hemoroid ve egzama tedavisinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, *Lythrum salicaria* L.'nin (Lythraceae) kurutulmuş çiçek-yaprak ve sap kısımları, sırasıyla etil alkol (%80 v/v) ve asetik asit-su (1.5:98.5 v/v) gibi farklı çözücüler ile ekstrakte edilmiştir. Tüm ekstraktların toplam fenolik madde miktarları tespit edilerek antimikrobiyel ve antioksidan aktiviteleri *in vitro* yöntemler kullanılarak araştırılmıştır. Sonuç olarak, toplam fenolik madde miktarını belirlemede uygulanan Folin-Ciocalteu yöntemi sonucunda, en yüksek toplam fenolik bileşik miktarı kırmızı hevhulmanın çiçek-yaprak kısmının asetik asit-su ekstraksiyonunda olduğu saptanmış ve 5.916 ± 0.335 mg Gallik Asit Eşdeğeri (GAE)/g olduğu tespit edilmiştir. Serbest radikal süpürücü aktivite (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil, DPPH•) analizi sonucunda, bitkinin çiçek-yaprak kısmının asetik asit-su ekstraksiyonunda, en yüksek radikal süpürme değeri olarak 10.697 ± 0.155 mM Troloks eşdeğeri (TE)/g Kuru Madde (KM) bulunmuş ve ekstrakt konsantrasyonu arttıkça DPPH inhibisyonunun arttığı gözlemlenmiştir. Disk difüzyon yöntemiyle yapılan antimikrobiyel aktivite sonuçlarına göre, tüm ekstraktlar kıyaslandığında, bitkinin çiçek-yaprak kısmının etil alkol ile elde edilmiş ekstraktı ile en yüksek antimikrobiyel etkinin 25.33 ± 0.57 mm zon çapı ile *Proteus vulgaris*'a karşı olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Antimikrobiyel aktivite, Biyoaktivite, *Lythrum salicaria* L., Toplam fenolik madde

### Abstract

*Lythrum salicaria* L. known as “Kırmızı (Tıbbi) hevhulma” in Turkish is used for its several beneficial health effects against diarrhea, chronic intestinal fever, gingival bleeding, hemorrhoids and eczema. In this study, dried herbal parts of *Lythrum salicaria* L. (Lythraceae) were sequentially extracted with different solvents such as ethyl alcohol and acetic acid-water, respectively. Total amount of phenolic substances of all extracts were determined and antioxidant and antimicrobial activities of all the extracts were investigated using *in vitro* methods. Consequently, because of Folin-Ciocalteu method applied to determine the total amount of phenolic substances, the highest total amount of phenolic compounds was determined in the acetic acid-water extract of the parts of flower-leaf of plant and it was found to be 5.916 ± 0.335 mg Gallic Acid Equivalent (GAE)/g. As a result of free radical scavenging activity (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, DPPH•) analysis, 10.697 ± 0.155 mM Trolox equivalent (TE) /g Dry Matter (DM) was found in the acetic acid-water extract of the flower-leaf part of the plant and it was observed that DPPH inhibition increased as the extract concentration increased. According to the results of antimicrobial activity performed by the disk diffusion method, it was determined that the highest antimicrobial effect against the *Proteus vulgaris* with the ethanol extract of the flower-leaf part of the stem of the plant and the zone diameter was found as 25.33 ± 0.57 mm.

**Keywords:** Antimicrobial activity, Bioactivity, *Lythrum salicaria* L., Total phenolic compounds

\*b Selin KALKAN; selin.kalkan@giresun.edu.tr, Tel: (0454) 310 17 40, orcid.org/0000-0002-4142-3152

a orcid.org/0000-0001-5954-5628

c orcid.org/0000-0001-5450-1546

## 1. Giriş

Kırmızı hevhulma (*Lythrum salicaria* L.), Avrupa ve Asya'ya özgü bir bitki türüdür. Ancak günümüzde Kuzey Amerika, Kuzeybatı Afrika ve Kuzeydoğu Avustralya'da da yaygın olarak yetişmektedir. Lythraceae familyası Türkiye'de yaklaşık 12 takson ile temsil edilirken, Avrupa'da bu familya 30 takson içermektedir (Davis, 1970). Bu bitki, su kenarlarında 1400 m ye kadar yetişen, 20-180 cm boyunda, dallanmış ot veya çalılar şeklindedir. Yaprakları 10-70 mm uzunluğunda, ovalden-lanseolata doğrudur; basit, karşılıklı dizilmiş, almaşlı veya dairesel ve tüylüdür. Çiçekler tek veya bazen birleşik terminal başak durumlu ve trimorfiktir. Dik gövdesinin uç kısımlarında yer alan gül rengindeki çiçekleri Haziran-Eylül ayları arasında açar. Epikaliks genellikle bulunur. Petaller 4-6 adet ve serbesttir. Stamenler 2-12 arasındadır. Ovaryum üst durumlu, meyve kapsüldür. Tohum sayıları oldukça fazladır, fakat tohumlar endosperm içermezler. Doğal yayılış alanı olan ülkemizde bu bitki dengeli bir gelişim göstermektedir (Türe vd, 2004). Şekil 1'de çalışmamızda kullanılan Kırmızı hevhulma (*Lythrum salicaria* L.) bitkileri gösterilmiştir.



**Şekil 1.** Kırmızı hevhulma (*Lythrum salicaria* L.) bitkisinin çiçek, yaprak ve gövde kısımları

Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) eski zamanlardan beri bilinen ve sık kullanılan bir tıbbi bitkidir. Bu bitkinin kurutulmuş parçalarından elde edilen ekstraktları, geleneksel olarak ishal, kronik bağırsak nezlesi, mide ağrıları, hemoroidler, egzama, varisli damarlar ve diş eti kanamalarının tedavisinde kullanılmıştır. Günümüzde, bu bitkinin çiçekli kısmı olan Lythri herba, Ph. Hg. VIII. (Hungarian Pharmacopoeia) içerisinde yer alan resmi bir ilaçtır. Son yıllarda, etnoparmakolojik gözlemler (örn., antidiyareik veya hemostiptik etkiler) ve yeni terapötik amaçlar (örn. hiperkolesterolemi veya ateroskleroz) için bitki ekstraktlarının *in vitro* ve *in vivo* farmakolojik araştırmalarda kullanımı üzerinde durulmaktadır (Timea, 2014). *L. salicaria* L. hakkında yapılan çalışmalarda, ekstraktlarının ana gruplarına, yani tanenlere ve flavonoidlere atfedilen kanamayı durdurucu, antidiyareik, hipoglisemik, antioksidan, antienflamatuar, antinosiseptif, antifungal, antibakteriyel ve kalsiyum antagonistik özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir (Torres ve Suarez, 1980; Lamela vd., 1985, 1986; Brun vd., 1998; Rauha vd., 1999; Kahkönen, 1999; Rauha vd., 2000; Rauha vd., 2001; Becker vd., 2005; Tunaher vd., 2007; Tokar, 2007; Humadi ve Istudor, 2009; Møller vd., 2009; Pawlaczyk vd., 2010; Piwowarski ve Kiss, 2011).

Büyük polifenol grubuna ait olan flavonoidler tıbbi öneme sahiptir; düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) oksidasyonunu engellediği, koroner kalp hastalığı riskini azalttığı, antitümör, antispazmolitik, antibakteriyel, antifungal, antienflamatuar, hepatoprotektif, östrojenik veya analjezik aktivitelere sahip oldukları bulunmuştur. Flavonoidler, bitkisel gıdalarda bulunduğu gündelik diyetimizde büyük miktarda tüketilir (Harborne ve Williams 2000; Havsteen, 2002). *L. salicaria*'nın flavonoid bileşikleri, orientin, izorientin, vitexin ve izovitksin, flavon-C-glikozitlerdir. Bitkide bulunan bu bileşikler, UV-B korumasından sorumludur ve diğer polifenollerle birlikte, bitkilerin hem mikrobiyal istilaya hem de böcek ve memeli otçullara karşı korunmasında tartışmasız rolleri vardır. Ayrıca, gallik asit, metilgallat, klorojenik asit, ellagik asit, vanoleik asit dilakton, izoklorojenik asit ve kafeik asit *L. salicaria*'nın tanımlanmış olan önemli fenolik bileşikleridir (Timea, 2014). *L. salicaria* L.'nin sahip olduğu aktif bileşenler dolayısıyla antioksidan aktivite gösterdiği bilinmektedir (Lamela vd., 1986; Kahkönen vd., 1999; Mantle vd., 2000; Çoban vd., 2003). Çoban vd., (2003) yapmış oldukları çalışmada, bitkinin etil alkol ekstraktının, konsantrasyona bağlı olarak süperoksit anyon radikal temizleme etkinliğine sahip olduğunu ve

böylelikle lipit peroksidasyonu üzerinde önleyici etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Diğer çalışmalarda, bitkinin sulu metil alkol ekstraktının, metilinoleatın otooksidasyonunu önlediği (Kahkönen vd., 1999) ve ABTS radikaline karşı orta derecede bir antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Mantle vd., 2000).

Antibiyotik direncinin gelişimi, yeni antimikrobiyel maddelerin araştırılmasını gerektiren acil bir sorundur. Geleneksel olarak farklı bulaşıcı hastalıkları tedavi etmek için çok çeşitli tıbbi bitkiler kullanılmaktadır (Sibanda ve Okoh, 2007). Çok sayıda ikincil metabolitin (örn. tanenler, terpenoidler, alkaloidler ve flavonoidler) *in vitro* antimikrobiyel özelliklere sahip olduğu bulunmuştur (Cowan, 1999; Papp, 2004; Papp, 2005; Lewis ve Ausubel, 2006). Yapılan çalışmalarda, *L. salicaria* L. ekstraktlarının *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Micrococcus luteus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes*, *Mycobacterium smegmatis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Citrobacter freundii*, *Aspergillus niger*, *Candida albicans*, *Kluyveromyces fragilis*, *Rhodotorula rubra* ve *Saccaromyces cerevisiae*'e gibi önemli patojen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyel etki gösterdiği tespit edilmiştir (Rauha vd., 2000; Çitoğlu ve Altanlar, 2003; Dulger ve Gonuz, 2004

; Becker vd., 2005; Altanlar vd., 2006; Borchardt vd., 2008; Borchardt vd., 2009).

Literatürde Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisinin biyoaktif özellikleri üzerine araştırmalar bulunmasına rağmen, Türkiye'de yetiştirilen türlerine ait yapılmış sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada, Konya/Türkiye'de yetiştiriciliği yapılan değerli bir tıbbi bitki olan *L. salicaria* L.'in çiçek-yaprak ve sap kısımlarının etil alkol ve asetik asit-su ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarlarının tespiti ile antimikrobiyel ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve metot

### 2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisi Başhüyük Mahallesi/ Sarayönü İlçesi/Konya, Türkiye'den Eylül-Ekim aylarında toplanarak, uygun koşullar altında laboratuvara getirilmiştir. Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisinin gövdesinden çiçek-yaprak ve sap kısımları ayrılarak, öğütücüde (Waring Blender 7011HS, Osaka Chemical Co. Ltd., Japan) toz haline getirilmiştir. Şekil 2'de Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisinin toplanma alanı gösterilmiştir.



Şekil 2. Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisinin toplanma alanı

Çalışmada kullanılan Gram pozitif (*Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 12228), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212)) ve Gram negatif bakteriler (*Escherichia coli* Type 1, *Vibrio parahaemolyticus* (ATCC 17802), *Salmonella typhimurium* (ATCC 14028), *Yersinia pseudotuberculosis* (ATCC 911), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 700603), *Proteus*

*vulgaris* (ATCC 13315)) ile önemli küf türlerinden olan *Aspergillus niger* ve patojenik özellik gösteren maya türü olan *Candida albicans* suşları Giresun Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü kültür koleksiyonundan temin edilmiştir. Kültürlerin 0.5 McFarland skalası esas alınarak mililitresinde  $1.5 \times 10^6$  (KOB/mL) hücre olacak şekilde bakteri ve küf-maya stok solüsyonları hazırlanmıştır (Engin vd., 2019).

## 2.2. Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* l.) bitkisinin ekstraksiyonu

Ekstraksiyon için öncelikle bitkinin çiçek-yaprak kısmı, ardından gövde (sap) kısmı hazırlanmıştır. 40 °C'de kurutulan bu kısımlar, çiçek-yaprak ve sap kısmı olmak üzere 2 farklı gruba ayrılarak, 2 farklı çözügen kullanılarak ekstrakte edilmiştir. Bu gruplar;

K1A; *L. salicaria* L.'nin çiçek ve yaprak kısmının asetik-asit su (1.5:98.5 v/v) ekstraktı

K1E: *L. salicaria* L.'nin çiçek ve yaprak kısmının etanol (%80 v/v) ekstraktı

K2A: *L. salicaria* L.'nin sap kısımlarının asetik-asit su (1.5:98.5 v/v) ekstraktı

K2E: *L. salicaria* L.'nin sap kısımlarının etanol (%80 v/v) ekstraktı

şeklinde. Çiçek-yaprak ile sap örneklerinden 5'er gr alınıp 100 mL asetik asit-su karışımı (1.5:98.5) ve 100 mL (%80 v/v) etil alkol içinde 24 saat boyunca, oda sıcaklığında çalkalamalı karıştırıcıda iyice karıştırılarak, filtre kağıdından (Whatman filter paper No.1) geçirilmiş ve süzülmüştür. Süzme işleminden sonra geriye kalan posalara çözügenler yeniden eklenip ikinci kez 24 saat karışmaya bırakılmıştır. Süzülen ekstraktlar ağız şilifli erlenlere alınıp rotary evaporatöre bağlatılıp çözügenlerin uçurulmaları sağlanmıştır. Daha sonra örnekler analizlerde kullanılmak üzere buzdolabında +4 °C'de depolanmıştır (Engin vd., 2019).

## 2.3. Toplam fenolik madde tayini

Bitki özütlerindeki çözünebilen toplam fenolik madde içeriği Folin-Ciocalteu ayırıcı kullanılarak belirlenmiştir. 0.25 mL ekstrakt içeren 100 mL' lik balon jojelerin içine 1.25 mL Folin-Ciocalteu ayırıcı ve 2.5 mL NaHCO<sub>3</sub> (%7.5) çözeltisi eklenerek 45°C'de 45 dakika su banyosunda inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası numuneler, alüminyum folyoya sarılıp 1 saat karanlık ortamda beklemeye bırakılmıştır. Karışımların absorbanı 720 nm'de spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Standart olarak gallik asidin kullanıldığı kalibrasyon grafiğine göre, toplam fenolik içerik gram başına mg gallik asit eşdeğerleri (mg GAE/g) olarak ifade edilmiştir (Türkmen vd., 2019).

## 2.4. Antioksidan aktivite tayini

Ekstraktların serbest radikalleri giderme etkinliği olarak ifade edilen antioksidan aktiviteleri, DPPH (2,2-diphenyl 1-picrylhydrazyl) radikali kullanılarak belirlenmiştir. Ekstraktlar, sırayla 20 µL, 40 µL, 60 µL, 80 µL, 100 µL olarak tüplere

aktarılmış ve 3.9 mL metanol içerisinde hazırlanmış DPPH radikali (0.025 g/L) 600 µL olarak eklenmiştir. Tüpler vorteks cihazında karıştırılmış ve yaklaşık 30 dakika karanlık bir ortamda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası, spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda tüplerin içerisindekilerin absorban değerleri okunmuştur. Kör için elde edilen absorban değeri dikkate alınarak yapılan hesaplama ile yüzde inhibisyon değerleri belirlenmiştir (Brand-Williams vd., 1995). % olarak belirlenen DPPH inhibisyonu aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{İnhibisyon} = [(A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{kontrol}}] \times 100 \quad (1)$$

## 2.5. Antimikrobiyel aktivite tayini

Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitki ekstraktlarının patojen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyel aktiviteleri, disk difüzyon yöntemi kullanılarak, *in vitro* olarak, Klinik Laboratuvar Standartları Enstitüsü standartlarına göre belirlenmiştir. Disk difüzyon testi için; Elde edilen kuru ve / veya mumsu bitki ekstraktları dimetil sülfoksit (% 10; DMSO) içerisinde 1:1 oranında çözülmüştür. 10<sup>6</sup> KOB/mL bakteri hücresi 100 µL olarak Mueller Hinton Agar (Merck) besiyerlerine ekimleri gerçekleştirilmiş, 30 dk kurumaya bırakılmıştır. Steril forseps kullanılarak, 10, 20 ve 30 µL bitki ekstraktları içeren steril filtre kağıtları (6 mm çap) ve negatif kontrol (% 10 DMSO) test mikroorganizmaları ile sürme ekimleri yapılmış agarlı besiyeri yüzeyine yerleştirilmiştir. Besiyerleri, bakteriler için 24 saat 37 °C'de, maya ve küfler için 72 saat 25 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra, inhibisyon bölgesi zon çapı ölçümü yapılmıştır. Her bir deney 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş, her bakteri ve maya-küf kültürü için antimikrobiyel aktiviteye kıyasla bir ortalama değer elde edilmiştir (Engin vd., 2019).

## 2.6. İstatistiksel analizler

Örneklerin analiz sonuçları tesadüf blokları deneme planına göre Windows SPSS 20.0 software istatistik paket programı (SPSS Inc., Chiago, IL, USA) kullanılarak yorumlanmıştır. Araştırma sonuçları tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak değerlendirilmiş ve önemli bulunan ortalamalar  $p < 0.05$  düzeyinde Duncan çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir.

### 3. Bulgular ve tartışma

#### 3.1. Toplam fenolik madde miktarı

Fenolik bileşikler, bitkinin gösterdiği antioksidan aktivitede önemli bir belirleyici grup olmalarından dolayı, örneklere ilk aşamada toplam fenolik madde analizleri yapılmıştır. Fenoller yapısal olarak, sahip oldukları fonksiyonel grupların etkinliğinden dolayı, elektron ve hidrojen verebilirler. Bu durum radikallerin ve oksitleyici grupların eliminasyonunu sağlar. Fenolik gruplar – OH (hidroksil) grubunca zengindir, bu gruplar bileşiğe polar olma özelliği kazandırır ve antioksidan özelliğini artırır (Uğuzlar, 2009). Farklı ekstraktlardan elde edilen toplam fenolik madde miktarına ait sonuçlar Tablo 1’te gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisinin farklı çözümlerle elde edilmiş ekstraktlarının fenolik aktiviteleri

Örnekler*	Toplam Fenolik Aktiviteleri (mg GAE/g)
K1E	4.688 ± 0.03 <sup>c</sup>
K1A	5.916 ± 0.33 <sup>d</sup>
K2E	4.019 ± 0.02 <sup>b</sup>
K2A	3.758 ± 0.01 <sup>a</sup>

\*K1A: *L. salicaria*’nın çiçek ve yaprak kısmının asetik-asit su ekstraktı; \* K1E: *L. salicaria*’nın çiçek ve yaprak kısmının etanol ekstraktı; K2A: *L. salicaria*’nın sap kısımlarının asetik-asit su ekstraktı; \*. K2E: *L. salicaria*’nın sap kısımlarının etanol ekstraktı. Ortalama ve Std. hata; a-d: aynı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak önemli değildir ( $p < 0.05$ )

Tablo 1’de de görüldüğü gibi en yüksek fenolik madde miktarı 5.916 mg GAE/g olarak bitki yaprak-çiçek kısmının asetik asit ekstraktı ile elde edilmişken, en düşük fenolik madde miktarı ise bitki gövde kısmının asetik asit-su ekstraktı ile 3.758 ± 0.011 mg GAE/g olarak elde edilmiştir. Tunalier vd. (2007) tarafından yapılan benzer bir çalışmada *L. salicaria* ’dan ekstrakte edilebilir bileşenlerin miktarı 10.32 mg/g (etil asetat ekstraktı) ile 261.35 mg/g (su ekstraktı) arasında bulunmuştur. Aynı çalışmada *L. salicaria* L.’nin metil alkol ekstraktı ile sulu metil alkol ekstraktlarından elde edilen toplam fenolik madde miktarının 191.35 ± 0.45 ile 525.76 ± 0.86 mg GAE/g KM olduğu tespit edilmiştir. Humadi ve Istudor (2009) tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise, *L. salicaria* L. etil alkol ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarlarının 9.2 -17.5 g GAE/ 100 g KM olarak değiştiği bildirilmiştir.

#### 3.2. Antioksidan aktivite

Antioksidanlar, lipid peroksidasyonunu yavaşlatan veya başlamasını geciktiren kimyasal bileşiklerdir. Gıdaların raf ömrünü korumanın yanı sıra serbest radikallerin olumsuz etkilerine karşı vücudun savunma mekanizmasına yardımcı olmaları nedeniyle de sağlık açısından da büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle çalışmamızda Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisinin farklı çözümlerle elde edilmiş ekstraktları antioksidan aktiviteleri için test edilmiştir. Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisinin farklı çözümlerle elde edilmiş ekstraktlarının DPPH radikali giderme aktiviteleri Troloks eşdeğeri olarak hesaplanarak Tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisinin farklı çözümlerle elde edilmiş ekstraktlarının DPPH radikali giderme aktiviteleri

Örnekler*	DPPH (mM Troloks eşdeğeri/g KM)
K1A	10.697±0.155 <sup>a</sup>
K1E	8.612 ± 0.087 <sup>b</sup>
K2A	7.078 ± 0.097 <sup>d</sup>
K2E	7.383± 0.072 <sup>c</sup>

\*K1A: *L. salicaria*’nın çiçek ve yaprak kısmının asetik-asit su ekstraktı; \* K1E: *L. salicaria*’nın çiçek ve yaprak kısmının etanol ekstraktı; K2A: *L. salicaria*’nın sap kısımlarının asetik-asit su ekstraktı; \*. K2E: *L. salicaria*’nın sap kısımlarının etanol ekstraktı. Ortalama ve Std. hata; a-d: aynı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak önemli değildir ( $p < 0.05$ )

Tablo 2’de de görüldüğü üzere DPPH radikali süpürme aktivitesi üzerinde güçlü inhibitör etkisi gösteren ekstraktlar, Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisinin çiçek-yaprak kısımlarının etil alkol (8.612 ± 0.087) ve asetik asit-su (10.697±0.155) ile muamelesi sonucu elde edilmiş olan ekstraktlardır. Lee vd., (2009) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, *L. salicaria* L. bitkisinin çiçek, yaprak ve sap kısımlarının metanol ekstraktlarının DPPH süpürme aktivitesi 7.7±0.1-18.3±1.1 µg/mL (IC<sub>50</sub>) olarak bulunmuştur. Tunalier vd. (2007) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise *L. salicaria* L. bitkisinin etil asetat, petrol eteri, metil alkol, sulu metil alkol ve su ekstraktlarının DPPH radikal süpürme aktivitesi 0.1±0.0 - 2.7±0.1 mg/mL (IC<sub>50</sub>) olarak tespit edilmiştir.

#### 3.3 Antimikrobiyel aktivite

Çalışmada, asetik asit-su ve etanol ile ekstrakte edilen Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisinin çiçek-yaprak ve gövde kısımlarının insan ve gıda

patojeni olduğu bilinen bazı mikroorganizmalara karşı antimikrobiyel aktiviteleri belirlenmiştir.

Ekstraktların antimikrobiyel etkileri sonucu oluşan zon çapları Tablo 3 ve Tablo 4’de gösterilmiştir.

**Tablo 3.** Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisinin çiçek-yaprak kısmının farklı çözümlerle elde edilmiş ekstraktlarının antimikrobiyel aktiviteleri (mm)

Zon çapları (mm)						
Ekstraktlar						
Mikroorganizmalar	K1A* (µL)			K1E* (µL)		
	10 µL	20 µL	30 µL	10 µL	20 µL	30 µL
<i>Bacillus cereus</i>	7.33±0.57 <sup>a</sup>	9.33±0.57 <sup>b</sup>	11.33±0.57 <sup>c</sup>	D <sup>a</sup>	D <sup>a</sup>	D <sup>a</sup>
<i>Escherichia coli</i>	10.67±1.15 <sup>a</sup>	11.67±1.15 <sup>a</sup>	12.67±0.57 <sup>a</sup>	13.67±0.57 <sup>a</sup>	17.67±0.57 <sup>b</sup>	19.67±0.57 <sup>c</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	10.67±0.57 <sup>a</sup>	14.33±0.57 <sup>b</sup>	17.33±0.57 <sup>c</sup>	12.33±0.57 <sup>a</sup>	15.33±0.57 <sup>b</sup>	24.67±1.52 <sup>c</sup>
<i>Staphylococcus epidermis</i>	7.67±0.57 <sup>a</sup>	10.00±1.00 <sup>b</sup>	12.33±1.52 <sup>c</sup>	7.33±0.57 <sup>a</sup>	14.67±0.57 <sup>b</sup>	19.67±1.52 <sup>c</sup>
<i>Vibrio parahemolyticus</i>	10.33±0.57 <sup>a</sup>	14.33±0.57 <sup>b</sup>	19.33±0.57 <sup>c</sup>	11.67±1.15 <sup>a</sup>	14.00±1.00 <sup>a</sup>	20.33±4.16 <sup>b</sup>
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	9.33±0.57 <sup>a</sup>	13.67±1.52 <sup>b</sup>	18.33±1.52 <sup>c</sup>	10.67±0.57 <sup>a</sup>	13.33±0.57 <sup>b</sup>	23.00±1.00 <sup>c</sup>
<i>Listeria monocytogenes</i>	7.33±0.57 <sup>a</sup>	13.33±2.08 <sup>b</sup>	15.33±1.15 <sup>b</sup>	11.33±0.57 <sup>a</sup>	15.33±1.52 <sup>b</sup>	21.33±1.15 <sup>c</sup>
<i>Enterococcus faecalis</i>	D <sup>a</sup>	14.67±0.57 <sup>b</sup>	16.67±0.57 <sup>c</sup>	D <sup>a</sup>	11.67±0.57 <sup>b</sup>	22.67±1.15 <sup>c</sup>
<i>Salmonella Typhimurium</i>	8.67±0.57 <sup>a</sup>	10.33±0.57 <sup>b</sup>	15.67±0.57 <sup>c</sup>	7.67±0.57 <sup>a</sup>	11.33±0.57 <sup>b</sup>	17.67±0.57 <sup>c</sup>
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	10.33±0.57 <sup>a</sup>	12.67±0.57 <sup>b</sup>	19.33±0.57 <sup>c</sup>	D <sup>a</sup>	D <sup>a</sup>	20.33±1.52 <sup>b</sup>
<i>Proteus vulgaris</i>	7.67±0.57 <sup>a</sup>	10.33±0.57 <sup>b</sup>	14.67±0.57 <sup>c</sup>	14.33±0.57 <sup>a</sup>	20.67±1.15 <sup>b</sup>	25.33±0.57 <sup>c</sup>
<i>Candida albicans</i>	D <sup>a</sup>	7.67±0.57 <sup>b</sup>	10.33±1.52 <sup>c</sup>	D <sup>a</sup>	10.33±0.57 <sup>b</sup>	11.67±1.15 <sup>b</sup>
<i>Aspergillus niger</i>	D <sup>a</sup>	9.33±0.57 <sup>b</sup>	10.33±0.57 <sup>c</sup>	D <sup>a</sup>	7.33±0.57 <sup>b</sup>	13.67±1.52 <sup>c</sup>

\*K1A: *L. salicaria* ‘nın çiçek ve yaprak kısmının asetik-asit su ekstraktı; \* K1E: *L. salicaria* ‘nın çiçek ve yaprak kısmının etanol ekstraktı. Ortalama ve Std. hata; a-c: her bir ekstrakt türü için (K1A ve K1E) ekstrakt konsantrasyonları (10, 20 ve 30 µL) arasında aynı satırda aynı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak önemli değildir ( $p < 0.05$ ); D: Dirençli

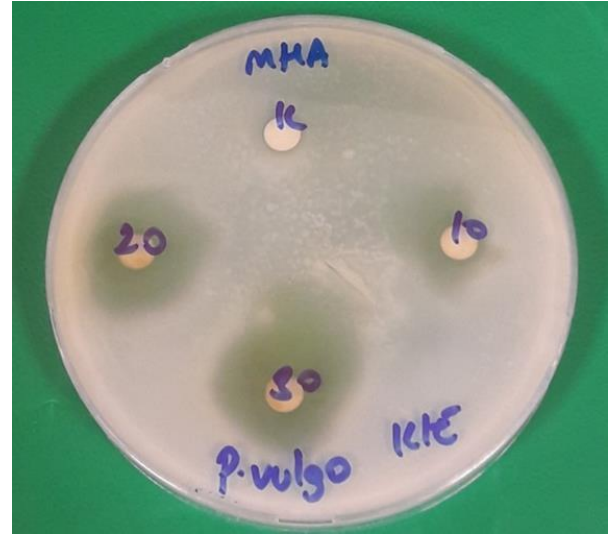
**Tablo 4.** Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisinin gövde kısmının farklı çözümlerle elde edilmiş ekstraktlarının antimikrobiyel aktiviteleri (mm)

Zon çapları (mm)						
Ekstraktlar						
Mikroorganizmalar	K2A* (µL)			K2E* (µL)		
	10 µL	20 µL	30 µL	10 µL	20 µL	30 µL
<i>Bacillus cereus</i>	10.67±0.57 <sup>a</sup>	15.00±1.00 <sup>b</sup>	19.67±1.52 <sup>c</sup>	9.67±1.52 <sup>a</sup>	11.67±0.57 <sup>a</sup>	15.33±1.15 <sup>b</sup>
<i>Escherichia coli</i>	11.67±0.57 <sup>a</sup>	17.33±0.57 <sup>b</sup>	20.33±1.52 <sup>c</sup>	8.67±0.57 <sup>a</sup>	10.33±0.57 <sup>b</sup>	12.33±0.57 <sup>c</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	10.33±0.57 <sup>a</sup>	14.33±0.57 <sup>b</sup>	23.00±1.00 <sup>c</sup>	7.67±0.57 <sup>a</sup>	9.33±0.57 <sup>b</sup>	10.67±1.15 <sup>b</sup>
<i>Staphylococcus epidermis</i>	10.00±1.00 <sup>a</sup>	16.33±0.57 <sup>b</sup>	20.00±1.00 <sup>c</sup>	12.00±2.00 <sup>a</sup>	18.00±2.00 <sup>b</sup>	23.67±1.52 <sup>c</sup>
<i>Vibrio parahemolyticus</i>	14.33±1.15 <sup>a</sup>	17.00±1.00 <sup>b</sup>	23.67±1.52 <sup>c</sup>	8.67±1.15 <sup>a</sup>	11.33±1.52 <sup>b</sup>	17.33±0.57 <sup>c</sup>
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	12.33±0.57 <sup>a</sup>	19.67±1.52 <sup>b</sup>	24.00±2.00 <sup>c</sup>	10.67±0.57 <sup>a</sup>	12.67±0.57 <sup>b</sup>	17.33±1.15 <sup>c</sup>
<i>Listeria monocytogenes</i>	7.67±0.57 <sup>a</sup>	10.67±0.57 <sup>b</sup>	12.33±0.57 <sup>c</sup>	9.33±0.57 <sup>a</sup>	11.67±0.57 <sup>b</sup>	14.33±0.57 <sup>c</sup>
<i>Enterococcus faecalis</i>	9.33±0.57 <sup>a</sup>	17.67±0.57 <sup>b</sup>	21.33±0.57 <sup>c</sup>	10.33±0.57 <sup>a</sup>	11.67±0.57 <sup>b</sup>	14.67±0.57 <sup>c</sup>
<i>Salmonella Typhimurium</i>	9.33±0.57 <sup>a</sup>	11.67±0.57 <sup>b</sup>	15.67±0.57 <sup>c</sup>	8.67±0.57 <sup>a</sup>	9.67±0.57 <sup>a</sup>	11.33±0.57 <sup>b</sup>
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	13.33±0.57 <sup>a</sup>	15.67±0.57 <sup>b</sup>	21.33±0.57 <sup>c</sup>	9.33±0.57 <sup>a</sup>	13.67±0.57 <sup>b</sup>	17.33±1.15 <sup>c</sup>
<i>Proteus vulgaris</i>	7.33±0.57 <sup>a</sup>	11.33±0.57 <sup>b</sup>	15.67±0.57 <sup>c</sup>	8.67±0.57 <sup>a</sup>	11.33±1.15 <sup>b</sup>	24.33±0.57 <sup>c</sup>
<i>Candida albicans</i>	D <sup>a</sup>	7.33±0.57 <sup>b</sup>	10.00±1.00 <sup>c</sup>	D <sup>a</sup>	9.33±0.57 <sup>b</sup>	12.33±1.15 <sup>c</sup>
<i>Aspergillus niger</i>	D <sup>a</sup>	10.33±0.57 <sup>b</sup>	14.33±0.57 <sup>c</sup>	7.67±0.57 <sup>a</sup>	10.33±1.52 <sup>b</sup>	13.67±0.57 <sup>c</sup>

\*K2A: *L. salicaria* ‘nın sap kısımlarının asetik-asit su ekstraktı; \* K2E: *L. salicaria* ‘nın sap kısımlarının etanol ekstraktı. Ortalama ve Std. hata; her bir ekstrakt türü için (K2A ve K2E) ekstrakt konsantrasyonları (10, 20 ve 30 µL) arasında aynı satırda aynı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak önemli değildir ( $p < 0.05$ ); D: Dirençli

Disk difüzyon yöntemine göre antimikrobiyel etkinin tespitinde, 5.5-9 mm inhibisyon çapı çok düşük inhibisyon, 9-12 mm inhibisyon çapı düşük inhibisyon, 12-15 mm inhibisyon çapı ortalama inhibisyon ve 15 mm ve üzeri yüksek inhibisyon olarak değerlendirilmektedir (Engin vd., 2019). Tablo 3’de görüldüğü üzere, Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisinin çiçek-yaprak kısımlarının asetik asit-su ekstraktlarının *Vibrio parahemolyticus* (19.33±0.57 mm) ve *Klebsiella pneumoniae*’a (19.33±0.57 mm) karşı en yüksek antibakteriyel aktiviteyi gösterdiği tespit edilmişken, etil alkol ekstraktlarının ise *Proteus vulgaris*’a (25.33±0.57 mm) karşı en yüksek antibakteriyel aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Tablo 4’de görüldüğü üzere, Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisinin gövde kısımlarının asetik asit-su ekstraktları en yüksek antibakteriyel etkiyi *Yersinia pseudotuberculosis*’e (24.00±2.00 mm) karşı göstermiş iken, etil alkol ekstraktları ise yine *Proteus vulgaris*’a (24.33±0.57 mm) karşı en yüksek antibakteriyel aktivite göstermiştir. Farklı bitki kısımlarının farklı çözgenlerle elde edilmiş ekstraktlarının genel olarak antimikrobiyel etkileri karşılaştırıldığında ise en yüksek antimikrobiyel etkinin Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisinin çiçek-yaprak kısımlarının etil alkol ekstraktları ile elde edildiği gözlemlenmektedir. En düşük antimikrobiyel etkiler ise bitkinin çiçek-yaprak kısımlarının asetik asit-su ekstraktları ile elde edilmiştir. Tablolarda da görüldüğü gibi tespit edilen antimikrobiyel etki, muamele edilen ekstrakt dozu ile ilişkilidir. Artan dozlarda antimikrobiyel etkinin gözlemlendiği zon çaplarında artış gerçekleşmiştir. En yüksek antimikrobiyel etkinin tespit edildiği, etil alkol ekstraksiyonu ile elde edilen Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisinin çiçek-yaprak kısımlarının ekstraktlarının *Proteus vulgaris*’a karşı gösterdiği antimikrobiyel etki Şekil 3’de gösterilmiştir.

Çalışmada kullanılan ekstraktların, *C. albicans* ve *Aspergillus niger*’e karşı düşük antimikrobiyel aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Literatürdeki çalışmalar genel olarak, bitki ekstraktlarının antifungal özelliklerinin antibakteriyel özelliklerine kıyasla daha zayıf olduğunu göstermektedir (Ali-Shtayeh vd., 1998; Ünal, 2006). Bunun durumun, ökaryotik hücre membranındaki sterollerden kaynaklandığı ileri sürülmektedir. Antimikrobiyel maddelerin, ökaryotik maya-küf hücrelerini inhibe etmek için hücre membranındaki sterollere bağlanması zorunlu iken, sterol taşımayan prokaryotik bakteri hücreleri için böyle bir bağlanma gerekli değildir (Zoral ve Turgay, 2014).



**Şekil 3.** Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisinin çiçek-yaprak kısımlarının etanol ekstraktlarının *Proteus vulgaris* üzerinde oluşturduğu zonlar

Çalışmamız sonuçlarına benzer olarak, Becker vd. (2005) yaptıkları çalışmada Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisinin metil alkol ekstraktlarının *S. aureus*, *P. mirabilis* ve *M. luteus*’a karşı antimikrobiyel aktivite gösterdiğini tespit etmişlerdir. Timea, (2014) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisinin sulu etil alkol ekstraktlarının *Escherichia coli*, *Micrococcus luteus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus* ve *Staphylococcus epidermidis* üzerinde antimikrobiyel etki gösterdiği 14.0 - 25.5 mm arasında değişen zon çaplarının ölçümü ile tespit edilmiştir.

#### 4. Sonuçlar

Çalışmada, Kırmızı hevhulma (*L. salicaria* L.) bitkisinin çiçek-yaprak ve gövde kısmının radikal giderme aktivitesi, toplam fenolik madde içeriği ve antimikrobiyel aktiviteleri belirlenmiştir. Analizler sonucunda Kırmızı hevhulmanın çiçek-yaprak kısmının asetik asit-su çözgeniyle hazırlanan ekstraktlarının, bitkinin sap kısmından elde edilen ekstraktlarına kıyasla, antioksidan ve toplam fenolik madde etkisinin anlamlı bir şekilde kuvvetli olduğu belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarını belirlemede uygulanan Folin-Ciocalteu yöntemi sonucunda, en yüksek toplam fenolik bileşik miktarı Kırmızı hevhulmanın çiçek-yaprak ve asetik asit-su ekstraksiyonunda olduğu saptanmış ve 5.916.5±0.335 mg GAE/g olarak tespit edilmiştir. Antioksidan aktivitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan DPPH metodu ile radikal giderme aktivitesi belirlenmiştir. Analizler sonucunda,

Kırmızı hevhulma bitkisinin çiçek-yaprak kısmının asetik asit-su ekstraksiyonu DPPH inhibisyon verileri en yüksek radikal süpürme değeri olarak ( $10.697 \pm 0.155$  mM Troloks eşdeğeri/g KM) bulunmuş ve ekstrakt konsantrasyonu arttıkça DPPH inhibisyonu artmıştır. Antimikrobiyel aktivite için yapılan disk difüzyon yöntemiyle petrilere görülen zon çapları ölçülerek 13 mikroorganizma üzerinde analizler yapılmıştır. Analizler sonucu, disklere ilave edilen ekstrakt konsantrasyonu artışı ile antimikrobiyel etkiyi gösteren zon çaplarında da artış görülmüştür. Antimikrobiyel aktivite sonuçlarına göre, Kırmızı hevhulma bitkisinin gövde kısmının çiçek-yaprak kısmının etil alkol ile elde edilmiş ekstraktı ile en yüksek antimikrobiyel etkinin  $25.33 \pm 0.57$  mm zon çapı ile *Proteus vulgaris*'a karşı olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, Kırmızı hevhulma bitkisinin çiçek-yaprak ve sap kısımlarının asetik asit-su ve etil alkol ekstraktlarının fenolik madde miktarı, antioksidan ve antimikrobiyel aktivitelerinin yüksek olması sebebiyle iyi bir gıda koruyucu olarak değerlendirilebileceği ve elde edilen bulguların literatüre katkı sağlayarak gelecekteki çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

## Kaynaklar

- Ali-Shtayeh, M. S., Yaghmour, R. M. R., Faidi, Y. R., Salem, K. and Al-Nuri, M. A. (1998). Antimicrobial activity of 20 plants used in folkloric medicine in the Palestinian area. *Journal of Ethnopharmacology*, 60(3), 265-271. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(97\)00153-0](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(97)00153-0)
- Altanlar, N., Saltan Çitoğlu, G. and Yılmaz, B.S. (2006). Antilisterial activity of some plants used in folk medicine. *Pharmaceutical Biology*, 44(2), 91-94. <https://doi.org/10.1080/13880200600591907>
- Becker, H., Scher, J. M., Speakman, J. B. and Zapp, J. (2005). Bioactivity guided isolation of antimicrobial compounds from *Lythrum salicaria*. *Fitoterapia*, 76(6), 580-584. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2005.04.011>
- Borchardt, J. R., Wyse, D. L., Sheaffer, C. C., Kauppi, K. L., Fulcher, R. G., Ehlke, N. J., Biesboer, D. D. and Bey, R. F. (2008). Antimicrobial activity of native and naturalized plants of Minnesota and Wisconsin. *Journal of Medicinal Plant Research*, 2(5), 98-110. <https://doi.org/10.5897/JMPR.9000165>
- Borchardt, J. R., Wyse, D. L., Sheaffer, C. C., Kauppi, K. L., Fulcher, R. G., Ehlke, N. J., Biesboer, D. D. and Bey, R. F. (2009). Antioxidant and antimicrobial activity of seed from plants of the Mississippi river basin. *Journal of Medicinal Plant Research*, 3(10), 707-718. <https://doi.org/10.5897/JMPR.9000209>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. and Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Brun, Y., Wang, X. P., Willemot, J., Sevenet, T. and Demenge, P. (1998). Experimental study of antidiarrheal activity of Salicairine®. *Fundamental and Clinical Pharmacology*, 12(1), 30-36. <https://doi.org/10.1111/j.1472-8206.1998.tb00920.x>
- Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4), 564-582. <https://doi.org/10.1128/CMR.12.4.564>
- Çitoğlu, G. S. and Altanlar, N. (2003). Antimicrobial activity of some plants used in folk medicine. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 32, 159-163.
- Çoban, T., Çitoğlu, G. S., Sever, B. and İşcan, M. (2003). Antioxidant activities of plants used in traditional medicine in Turkey. *Pharmaceutical Biology*, 41(8), 608-613. <https://doi.org/10.1080/13880200390501974>
- Davis, P. H. (1970). Lathyrus L. In: Davis PH (ed.) *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. (s. 328-369). Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Dulger, B. and Gonuz, A. (2004). Antimicrobial activity of certain plants used in Turkish traditional medicine. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3(1), 104-107.
- Engin, M. S., Kalkan, S. and Otağ, M. R. (2019). Gojiberry (*Lycium barbarum* L.) meyvesinin farklı çözümlerden elde edilen ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri ile antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin karşılaştırılması. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4(3), 359-365. <https://doi.org/10.35229/jaes.596235>
- Harborne, J. B. and Williams, C. A. (2000). Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55(6), 481-504. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)00235-1](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)00235-1)
- Havsteen, B. H. (2002). The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology and Therapeutics*, 96(2-3), 67-202. [https://doi.org/10.1016/S0163-7258\(02\)00298-X](https://doi.org/10.1016/S0163-7258(02)00298-X)
- Humadi, S. S. and Istudor, V. (2009). *Lythrum salicaria* (purple loosestrife). Medicinal use, extraction and identification of its total phenolic compounds. *Farmacia*, 57(2), 192-200.



- Kähkönen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J. P., Pihlaja, K., Kujala, T. S. and Heinonen, M. (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(10), 3954-3962. <https://doi.org/10.1021/jf9901461>
- Lamela, M., Cadavid, I. and Calleja, J.M. (1986). Effects of *Lythrum salicaria* extracts on hyperglycemic rats and mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 15(2), 153-160.
- Lamela, M., Cadavid, I., Gato, A. and Calleja, J.M. (1985). Effects of *Lythrum salicaria* in normoglycemic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 14(1), 83-91.
- Lee, S. E., Park, C. G., Ahn, Y. S., Son, Y. D., Cha, S. W. and Seong, N. S. (2009). Antioxidative and hepatoprotective effects of *Lythrum salicaria*. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 17(1), 1-7.
- Lewis, K., and Ausubel, F. M. (2006). Prospects for plant-derived antibacterials. *Nature biotechnology*, 24(12), 1504-1507.
- Mantle, D., Eddeb, F. and Pickering, A. T. (2000). Comparison of relative antioxidant activities of British medicinal plant species *in vitro*. *Journal of Ethnopharmacology*, 72(1-2), 47-51. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00199-9](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00199-9)
- Møller, C., Hansen, S. H. and Cornett, C. (2009). Characterization of tannin-containing herbal drugs by HPLC. *Phytochemical Analysis*, 20(3), 231-239. <https://doi.org/10.1002/pca.1119>
- Papp, N. (2004). Antimicrobial activity of extracts of five Hungarian Euphorbia species and some plant metabolites. *Acta Botanica Hungarica*, 46(3-4), 363-371. <https://doi.org/10.1556/abot.46.2004.3-4.8>
- Papp, N. (2005). Antimicrobial activity of five Hungarian Euphorbia species. *Revista de Fitoterapia*, 5(2), 217.
- Pawlaczyk, I., Capek, P., Czerchawski, L., Bijak, J., Lewik-Tsirigotis, M., Pliszczak-Król, A. and Gancarz, R. (2011). An anticoagulant effect and chemical characterization of *Lythrum salicaria* L. glycoconjugates. *Carbohydrate Polymers*, 86(1), 277-284. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.04.048>
- Piwowarski, J. P., Kiss, A. K. and Kozłowska-Wojciechowska, M. (2011). Anti-hyaluronidase and anti-elastase activity screening of tannin-rich plant materials used in traditional Polish medicine for external treatment of diseases with inflammatory background. *Journal of Ethnopharmacology*, 137(1), 937-941. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.05.039>
- Rauha, J. P., Remes, S., Heinonen, M., Hopia, A., Kähkönen, M., Kujala, T., Pihlaja, K., Vuorela, H. and Vuorela, P. (2000). Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. *International Journal of Food Microbiology*, 56(1), 3-12. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(00\)00218-X](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(00)00218-X)
- Rauha, J. P., Tammela, P., Summanen, J., Vuorela, P., Kähkönen, M., Heinonen, M., Hopia, A., Kujala, T., Pihlaja, K., Tornquist, K. and Vuorela, H. J. (1999). Actions of some plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds on calcium fluxes in clonal rat pituitary GH [sub 4] C [sub 1] cells. *Pharmaceutical and Pharmacological Letters*, 9(2), 66-69.
- Rauha, J. P., Wolfender, J. L., Salminen, J. P., Pihlaja, K., Hostettmann, K. and Vuorela, H. (2001). Characterization of the polyphenolic composition of purple loosestrife (*Lythrum salicaria*). *Zeitschrift für Naturforschung C*, 56(1-2), 13-20. <https://doi.org/10.1515/znc-2001-1-203>
- Sibanda, T. and Okoh, A. I. (2007). The challenges of overcoming antibiotic resistance: Plant extracts as potential sources of antimicrobial and resistance modifying agents. *African journal of biotechnology*, 6(25), 2886-2896
- Tímea, B. (2014). Comparative histological, phytochemical, microbiological and pharmacological characterization of some *Lythrum salicaria* L. populations. Doktora Tezi, University of Pécs, Hungary.
- Tokar, M. (2007). Phytochemical analysis of purple loosestrife-*Lythrum salicaria* L. *Herba Polonica*, 53(2). 210-212
- Torres, I. C. and Suarez, J. C. (1980). A preliminary study of hypoglycemic activity of *Lythrum salicaria*. *Journal of Natural Products*, 43(5), 559-563.
- Tunalier, Z., Koşar, M., Küpeli, E., Çalış, İ. and Başer, K. H. C. (2007). Antioxidant, anti-inflammatory, anti-nociceptive activities and composition of *Lythrum salicaria* L. extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 110(3), 539-547. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.10.024>
- Türe, C., Bingöl, N. A. and Middleton, B. A. (2004). Characterization of the habitat of *Lythrum salicaria* L. in floodplain forests in western Turkey—Effects on stem height and seed production. *Wetlands*, 24(3), 711-716. [https://doi.org/10.1672/0277-5212\(2004\)024\[0711:COTHOL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1672/0277-5212(2004)024[0711:COTHOL]2.0.CO;2)
- Türkmen, F. U., Takçı, H. A. M., Onalan, F. E. S. and Sağlam, H. (2019). *Arum dioscoridis*

ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid içerikleri ile antioksidan ve antibakteriyel aktivitelerinin araştırılması. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 4(1), 102-108.

Uğuzlar, H. (2009). *Antalya'da yetişen Areceae arum dioscorides tohumlarının antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde tayini*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Ünal, E. (2006). *Türkiye florasında doğal olarak yetişen bazı bitki türlerinin antimikrobiyel ve antioksidan aktivitelerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Zoral, F. B. ve Turgay, Ö. (2014). Çeşitli gıda atıklarının toplam fenolik madde içeriğinin, antioksidan ve antimikrobiyel aktivitelerinin araştırılması. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 17(2), 24-33. <https://doi.org/10.18016/ksujns.03907>