



## **HELIOtropium MYOSOTOIDES VE HELIOtropium SUAVEOLENS (BORAGINACEAE)'İN FARKLI ORGANLARINDAN ELDE EDİLEN EKSTRAKTLARIN ANTİOKSİDAN VE ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTELERİ**

Nezahat KANDEMİR<sup>1\*</sup>, Şevket KANDEMİR<sup>1</sup>, Emine ÇELİKOĞLU<sup>2</sup>, Umut ÇELİKOĞLU<sup>3</sup>, Önder İDİL<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Amasya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Eğitimi Bölümü, 05100, Amasya, Türkiye

<sup>2</sup>Amasya Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 05000, Amasya, Türkiye

<sup>3</sup>Amasya Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, 05000, Amasya, Türkiye

<sup>4</sup>Amasya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, 05100, Amasya, Türkiye

**Özet:** Bu makalede, *Heliotropium suaveolens* ve *Heliotropium myosotoides*'in farklı organlarından elde edilen ekstraktların antioksidan, antimikrobiyal aktiviteleri ve DNA hasarı üzerine etkileri değerlendirildi. *H. suaveolens*'in vejetatif ve generatif gelişme periyotlarındaki farklı organlarına, *H. myosotoides*'in generatif ve vejetatif gelişme periyodundaki topraküstü ve toprakaltı organlarına hekzan, etanol ve etil asetat uygulanmıştır. Daha sonra bitki ekstraktları DMSO içerisinde çözülerek antioksidan, antimikrobiyal ve plazmit DNA çalışmalarında kullanılmıştır. *H. suaveolens*'in vejetatif gelişme periyodunda yaprak, generatif gelişme periyodunda ise yaprak ve çiçek etanol ekstraktlarında yüksek antioksidan aktivite görülmüştür. Ancak *H. suaveolens*'in vejetatif gelişme periyodunda gövde, generatif gelişme periyodunda kök ve gövde etanol ekstraktlarının zayıf antioksidan aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. *H. suaveolens*'in hekzan ekstraktlarında ise antioksidan aktivite vejetatif ve generatif gelişme periyotlarındaki bütün organlarında bulunmuştur. *H. myosotoides*'in generatif büyüme periyodundaki topraküstü ve toprakaltı organlarının etanol ve hekzan ekstraktlarının zayıf antioksidan aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. Ancak bu iki türün etanol, hekzan ve etil asetat ekstraktlarının antimikrobiyal aktivite ve DNA hasarı göstermediği belirlenmiştir. *H. suaveolens*'in antioksidan aktivite gösteren organlarının parfümeri ve kozmetik sanayisinde değişik preparatların hazırlanmasında ve içerdiği glikozitlerden dolayı bal üreticileri tarafından kullanılabilirliği önerilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Heliotropium* taksonları, Antioksidan, Antimikrobiyal, Plazmit DNA

### **Antioxidant and Antimicrobial Activities of Extracts Obtained from Different Organs of *Heliotropium Myosotoides* and *Heliotropium Suaveolens* (Boraginaceae)**

**Abstract:** In this article, antioxidant, antimicrobial activities and effects on DNA damage of extracts obtained from different organs of *Heliotropium suaveolens* and *Heliotropium myosotoides* were evaluated. Hexane, ethanol and ethyl acetate were applied to the different organs in vegetative and generative growth periods of *H. suaveolens*, to the above-below-grounds organs in the vegetative and generative growth periods of *H. myosotoides*. Later, plant extracts were dissolved in DMSO and used in antioxidant, antimicrobial and plasmid DNA studies. Strong antioxidant activity was seen in the ethanol extracts of the leaves in the vegetative growth period and in the leaf and flowers in the generative growth period of *H. suaveolens*. In hexane extracts of *H. suaveolens*, antioxidant activity was found in all organs in the vegetative and generative growth periods. However, it was determined that the stem in the vegetative growth period and the root and stem ethanol extracts in the generative growth period of *H. suaveolens* showed weak antioxidant activity. The ethanol and hexane extracts of the above-below ground organs in the generative growth period of *H. myosotoides* were seen to have weak antioxidant activity. However, it was determined that ethanol, hexane and ethyl acetate extracts of these two species did not show antimicrobial activity and DNA damage. It has been suggested that the organs displaying antioxidant activity of *H. suaveolens* can be used in the preparation of various preparations in the perfumery and cosmetics industry and by honey producers due to the glycosides it contains.

**Keywords:** *Heliotropium* Taxa, Antioxidant, Antimicrobial, Plazmid DNA

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): Amasya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Eğitimi Bölümü, 05100, Amasya, Türkiye

E mail: nezahat.kandemir@amasya.edu.tr (N. KANDEMİR)

Nezahat KANDEMİR <https://orcid.org/0000-0002-5428-4139>

Şevket KANDEMİR <https://orcid.org/0000-0001-6781-0057>

Emine ÇELİKOĞLU <https://orcid.org/0000-0002-5956-0008>

Umut ÇELİKOĞLU <https://orcid.org/0000-0003-0995-8154>

Önder İDİL <https://orcid.org/0000-0003-1744-4006>

**Gönderi:** 07 Mart 2022

**Kabul:** 29 Nisan 2022

**Yayınlanma:** 01 Temmuz 2022

**Received:** March 07, 2022

**Accepted:** April 29, 2022

**Published:** July 01, 2022

**Cite as:** Kandemir N, Kandemir Ş, Çelikoğlu E, Çelikoğlu U, İdil Ö. 2022. Antioxidant and antimicrobial activities of extracts obtained from different organs of *Heliotropium Myosotoides* and *Heliotropium Suaveolens* (Boraginaceae). BSJ Eng Sci, 5(3): 98-108.



## 1. Giriş

Türkiye’de *Heliotropium* L. cinsinin 17 türü bulunmaktadır (Güner ve ark., 2012). Bu cins tek ve çok yıllık, genellikle otsu nadiren çalı türleri içermektedir. Genellikle türler tropikal ve subtropikal bölgelerde, yarı-kurak ve sıcak alanlarda yayılış göstermektedir. *Heliotropium* türleri özellikle topraküstü kısımlarında pirolizidin alkaloitleri, terpenoitler, flavonoitler, tanenler, saponinler, fenoller ve steroidler gibi kimyasal maddeleri taşımaktadır (Singh ve ark., 2002; Goyal ve Sharma, 2014; Santhosha ve ark., 2015; Roy, 2015). Pirolizidin alkaloitlerinin önemli farmakolojik, biyolojik ve kemotaksonomik özellikleri bulunmaktadır. Bu alkaloitlerin 200’den fazla çeşidi bu cinsin türlerinin çeşitli organlarından izole edilmiştir. Pirolizidin alkaloitlerinden dolayı bazı araştırmacılar *Heliotropium* türlerinin doğal ilaçlarda iyi kaynak oluşturacaklarını rapor etmişlerdir (Graser ve ark., 1988; Ghori ve ark., 2016).

*Heliotropium* türleri antibakterial, antitumor, antiviral, anti-enflamatuvar, yara iyileştirici, sitotoksik ve fitotoksik özelliklerinden dolayı, dünyanın pek çok yerinde enflamasyon, gut, romatizma, cilt hastalıkları, menstrual bozukluklar ve zehirli hayvan ısırıklarının tedavisinde kullanılmaktadır (Shoge ve ark., 2011; Gaffari ve ark., 2013; Yesmin, 2014; Roy, 2015; Ahmad ve ark., 2015). Literatürde tıbbi özellik taşıyan değişik bitki türleri üzerinde antioksidan, antimikrobiyal ve anatomik çalışmalar bulunmaktadır (Herken ve ark., 2012; Arslan ve Çelik, 2013; Ayar ve ark., 2020; Kandemir ve ark., 2020; Candela ve ark., 2021; Darcan ve ark., 2021). Bu tıbbi bitkilerinin içerdikleri sekonder metabolitlerden dolayı değişik hastalıklarının tedavisinde özellikle geleneksel tıp alanında yaygın olarak kullanılabilirlerdir bildirilmiştir.

İnceleme türlerinden *Heliotropium myosotoides* Banks & Sol. 15-55 cm boyunda, otsu, tek yıllık bir bitkidir. Temmuz-Ekim aylarında çiçeklenmektedir. Çiçek durumu seyrek ve kısa saplı çiçeklerden oluşur. Kaliks yaklaşık 2 mm boyunda, korolla 2,5 mm, subsilindirik, kaba tüylü, kısa dik loplu ve küçük dişlidir. Stigma subsesil ve disk benzeri tabanlı, nutletler küçük siğilli ve çukurcuklu, tüysüzdür. Bu tür halk arasında “kaya bambulu, dermane ve mize” isimleri ile tanınır. Tür,

ülkemizde endemik olup Gaziantep, Şanlıurfa ve Hatay çevresinde kireçtaşı kayalık alanlarda ve 100 m. yüksekliklerde yayılış göstermektedir.

*Heliotropium suaveolens* M. Bieb. 20-60 cm boyunda, otsu, tek yıllık bir bitkidir. Haziran-Ekim aylarında çiçek açmaktadır. Kimoza çok kısa, kaliks loplari çiçekte 2,5-3 mm, meyvada 4 mm boyunda, linear-lanseolat şekilli ve diktir. Korolla 4-5 mm eninde, tüylü, stigma subsesil, akut ve tüysüz, nutletler ovoid şekilli, siğilli ve tüysüz. Bu tür halk arasında “ıtırılı bambul veya ballı bitki” olarak bilinmektedir. Bitki genellikle nadasa bırakılmış tarlalarda, kuru, tahrip edilmiş yamaçlarda 0-1300 m. yüksekliklerde bulunmaktadır. Tür, ülkemizde geniş bir yayılışa alanına sahiptir. Bu türün topraküstü organlarında lesiokarpın, ekinatin, heliotrin ve öropin gibi pirolizidin alkaloitleri tespit edilmiştir (Güner, 1986; Shazly ve Wink, 2014). Bu çalışmanın amacı, ülkemizde doğal yayılışa sahip *H. myosotoides* ve *H. suaveolens*’in farklı organlarından elde edilen ekstraktların antioksidan, antimikrobiyal aktivitelerini ve plazmit DNA hasarı üzerindeki etkilerini tespit etmektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Bitkilerin Toplanması ve Teşhis Edilmesi

*H. myosotoides* ve *H. suaveolens*’e ait örnekler türlerin doğal olarak yayılış gösterdikleri lokaliteden 2019 yılında vejetatif ve generatif gelişme peryotlarında (Mayıs-Ekim) toplanmıştır. Türlerin toplandığı doğal yayılış alanları Tablo 1’de verilmiştir. Türlerin taksonomik tanımlaması Davis (1978)’e göre yapılmıştır. Bitki örneklerinin taksonomik tanımlamasında “Stereo Zoom” ışık mikroskobu kullanılmıştır. Taze bitki örneklerinin vejetatif ve generatif gelişme dönemlerine ait farklı organları ayrı ayrı küçük parçalara bölünerek gölgede kurutulmuştur. Kurutulmuş bitki örnekleri değirmende öğütülmüştür. Öğütülmüş bitki materyalleri ekstraksiyon işlemlerine tabi tutulmuştur. Daha sonra farklı organların antioksidan, antimikrobiyal özellikleri ve plazmit DNA hasarı üzerine etkileri belirlenmiştir. Bitkilere ait örneklerinin bir kısmı da herbaryum örneği (*H. myosotoides* herbaryum numarası: 1236 ve *H. suaveolens* herbaryum numarası: 1237) haline getirilip araştırma laboratuvarında saklanmıştır.

**Tablo 1.** *H. myosotoides* ve *H. suaveolens*’in lokalite bilgileri

Bitki İsimleri	Lokaliteler
<i>H. myosotoides</i>	Şanlıurfa: Bilecik-Halfeti yolu, Yukarı İncirli Köyü yol kenarları
<i>H. myosotoides</i>	Gaziantep-Şanlıurfa çıkışı, yol kenarları
<i>H. suaveolens</i>	Amasya: Taşova-Mülkbükü çevresi kuru yokuşlu alanlar
<i>H. suaveolens</i>	Amasya: Borabay Gölü çevresi açık step alanlar

### 2.2. Bitki Ekstraktlarının Hazırlanması

Toz hale getirilen 10 gr bitki 500 ml çözücü kullanılarak sokslet ekstraktöründe sırasıyla hekzan, etanol ve etil asetat ile ekstrakte edilmiştir. Çözücüler evaporatörde uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen bitki ekstraktları

DMSO içerisinde çözülerek antioksidan, antimikrobiyal ve plazmit DNA çalışmalarında kullanılmıştır.

### 2.3. Bitki Ekstraktlarının Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi: DPPH Yöntemi

Ekstraktların DPPH serbest radikali giderme aktivitesi

Galvez (2015)'e göre yapılmıştır. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan bitki ekstraktlarının (3 ml) üzerine 1 ml DPPH stok solüsyonundan ( $6 \times 10^{-5}$  M) eklenerek oda sıcaklığında karanlıkta 30 dk inkübasyona bırakılmıştır. Köre karşı 517 nm'de absorbanları ölçülüp serbest radikal süpürme aktivitesi absorbanstaki azalışla gösterilmiştir. Standart antioksidan olarak Gallik asit kullanılmıştır.

#### 2.4. Bitki Ekstraktlarının Toplam Fenolik İçeriklerinin Belirlenmesi

Ekstraktlardaki fenolik bileşiklerin toplam içerikleri, gallik asit eşdeğerleri (GAE) cinsinden Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Mavi ve ark., 2004). Bu amaçla, 96 kuyulu düztabanlı bir mikropalakada ekstraktların 10 µL'si 10 mikrolitre Folin-Ciocalteu fenol reaktifi ile karıştırılıp üzerine 30 µL % 2'lik  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 'ün sulu çözeltisi ilave edilmiştir. Karışıma 250 µL  $\text{dH}_2\text{O}$  ilave edilip 30 dk oda sıcaklığında ve karanlıkta inkübe edildi ve mikropalaka okuyucuda (Multiskan Go, Thermo) 760 nm'de absorbanı ölçülmüştür. Kontrol olarak ekstrakt yerine etanol kullanılmıştır. Ekstraktların toplam fenolik derişimi gallik asit kalibrasyon eğrisi kullanılarak hesaplanmıştır. Deneyler her bir ekstrakt ve gallik asit için üç kez tekrarlanmıştır. Sonuçlar  $\text{mg}_{(\text{GAE})}/\text{g}_{(\text{ekstrakt})}$  olarak ifade edilmiştir.

#### 2.5. Bitki Ekstraktlarının Antimikrobiyal Özelliklerinin Belirlenmesi

Elde edilen ekstraktların *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Bacillus cereus* ATCC 10876, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538P, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028, mayalardan *Candida albicans* ATCC 10231 üzerinde antimikrobiyal aktivitesi agar disk difüzyon yöntemi ile belirlenmiştir (Bauer ve ark., 1966). Test mikroorganizmaları Mueller Hilton broth ve Sabouraud dextrose broth besi ortamında geliştirilip inoculum miktarı McFarland 0,5 türbitide standardına göre ayarlanmıştır. 40 mg/ml konsantrasyonda hazırlanan ekstraktlar steril disklerle emdirildikten sonra test

edilecek mikroorganizma yayılmış olan petri kaplarına konularak, 37 °C de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. 100 mikrolitre ekstrakt disklerle emdirilerek kullanılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda diskler etrafında oluşması beklenen zon çapları ölçülmüştür.

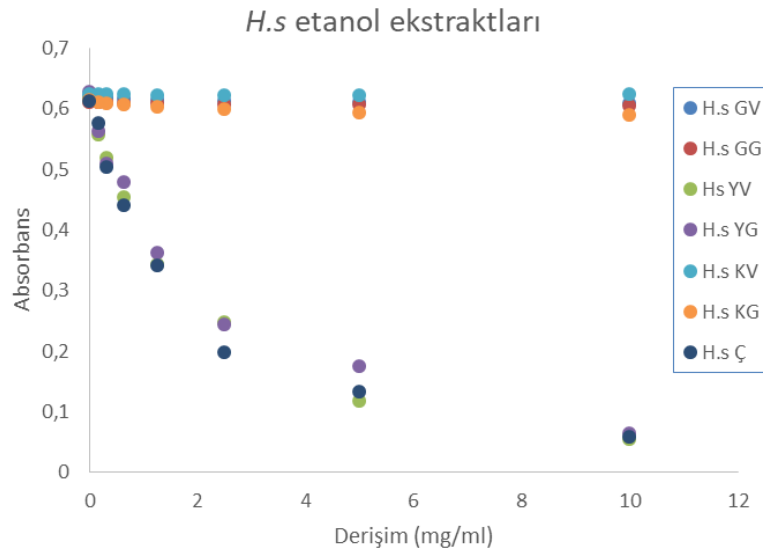
#### 2.6. Bitki Ekstraktlarının Plazmit DNA Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

Bitki ekstraktlarının plazmit DNA üzerindeki etkisinin belirlenmesi agaroz jel elektroforez yöntemine göre yapılmıştır (Ayar ve ark., 2020). 120 µg / ml bitki özleri, pBR322 plazmid DNA ile 2 saat boyunca 37 °C'de etkileşime girmiştir. İnkübasyondan sonra numuneler 6X yükleme boyası ile karıştırılmış ve %1 agaroz jel üzerine yüklenmiştir. Elektroforez, 80 dakika boyunca 100 V gerçekleştirilmiştir. Jel daha sonra EtBr (Etidyum Bromür) ile boyanmış ve bantlar görüntüleme sistemi yardımıyla görüntülenmiştir. Sonuçlar, DNA formlarının parçalanma yüzdesi olarak ifade edilmiştir.

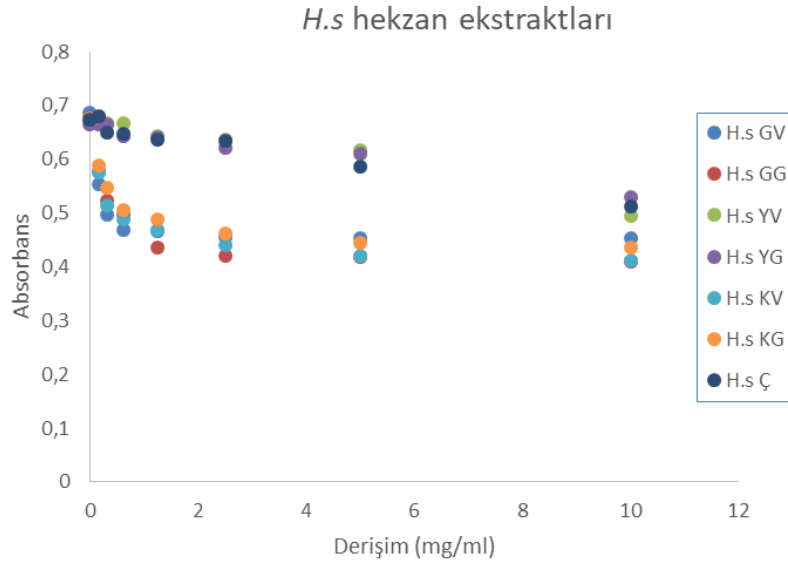
### 3. Bulgular

#### 3.1. Bitki Ekstraktlarının Antioksidan Aktiviteleri

*H. suaveolens* türünün vejetatif ve generatif gelişme periyotlarındaki organlarına ait etanol ve hekzan ekstraktlarının antioksidan özellikleri incelendiğinde, vejetatif gelişme periyodunda yaprak ve generatif gelişme periyodunda yaprak ve çiçeklerin etanol ekstraktlarının yüksek antioksidan aktiviteye sahip olurken (Şekil 1), vejetatif gelişme periyodunda gövde, generatif gelişme periyodunda ise kök ve gövde etanol ekstraktlarının düşük seviyede antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Generatif ve vejetatif gelişme periyotlarında kök, generatif gelişme periyodunda gövdenin hekzan ekstraktlarında da yüksek antioksidan aktivite görülmüştür ( 2). Oysa vejetatif ve generatif gelişme periyotlarındaki yaprak ve çiçeklerin hekzan ekstraktlarında düşük antioksidan aktiviteye rastlanmıştır.



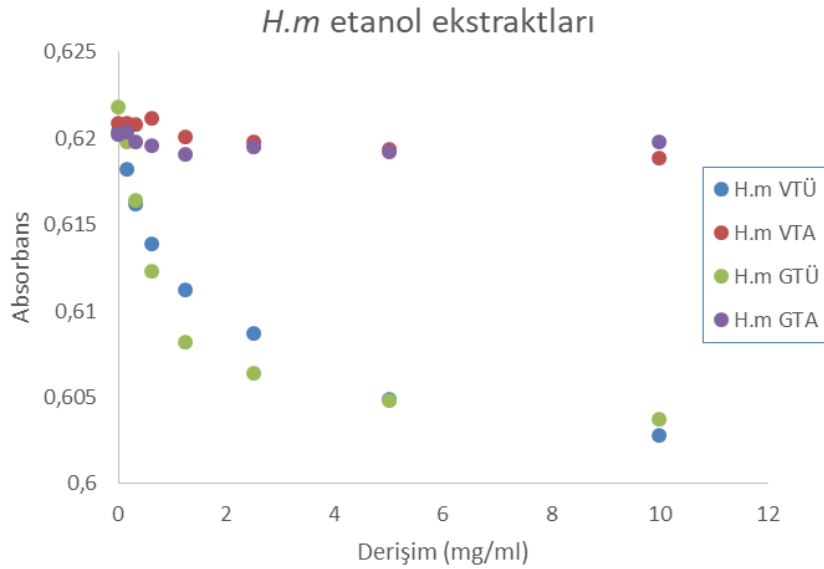
**Şekil 1.** *Heliotropium suaveolens*'in etanol ekstraktlarının antioksidan aktivitesi. Hs GV= *H. suaveolens* vejetatif gövde, Hs GG= *H. suaveolens* generatif gövde, Hs YV= *H. suaveolens* vejetatif yaprak, Hs YG= *H. suaveolens* generatif yaprak, Hs KV= *H. suaveolens* vejetatif kök, Hs KG= *H. suaveolens* generatif kök, Hs Ç= *H. suaveolens* çiçek.



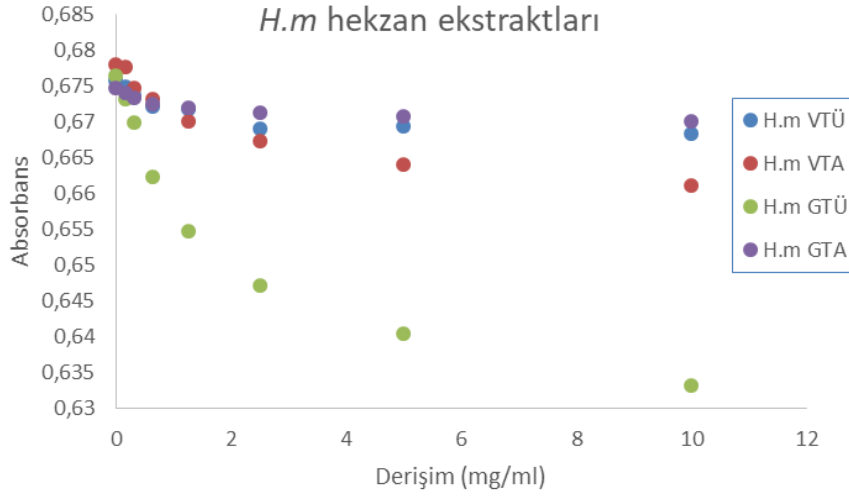
Şekil 2. *Heliotropium suaveolens*'in hekzan ekstraktlarının antioksidan aktivitesi.

*H. myosotoides*'in topraküstü ve toprakaltı organlarına ait etanol ve hekzan ekstraktlarının antioksidan özellikleri incelendiğinde, hem topraküstü hemde toprakaltı organlarının etanol ve hekzan ekstraktlarının zayıf antioksidan aktiviteye sahip olduğu görülmüştür (Şekil 3 ve 4). Diğer yandan, *H. suaveolens*'in vejetatif ve generatif

gelişme periyotlarındaki kök, gövde, yaprak ve çiçeklerinin, *H. myosotoides*'in vejetatif ve generatif gelişme periyotlarında topraküstü ve toprakaltı organlarının etil asetat ekstraktlarının antioksidan aktiviteye sahip olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 3. *Heliotropium myosotoides*'in etanol ekstraktlarının antioksidan aktivitesi. Hm VTÜ= *H. myosotoides* topraküstü vejetatif peryot, Hm VTA= *H. myosotoides* toprakaltı vejetatif peryot, Hm GTÜ= *H. myosotoides* topraküstü generatif peryot, Hm GTA= *H. myosotoides* toprakaltı generatif peryot.

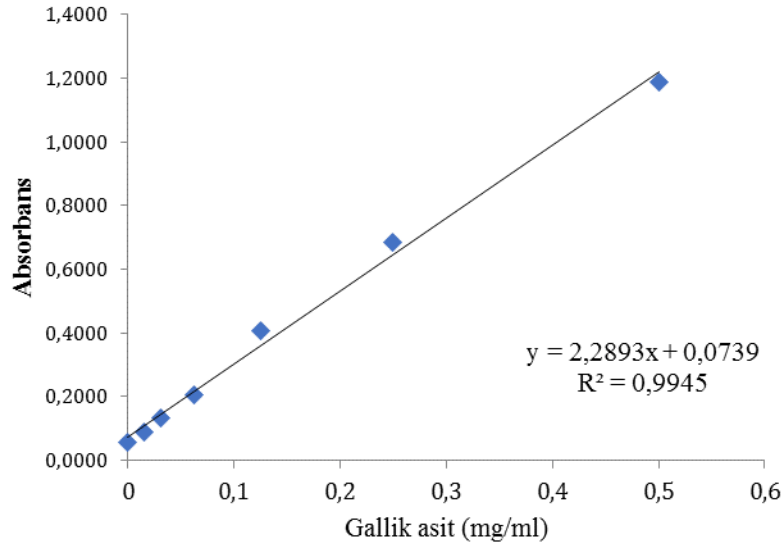


Şekil 4. *Heliotropium myosotoides*'in hekzan ekstraktlarının antioksidan aktivitesi.

### 3.2. Bitki Ekstraktlarının Toplam Fenolik İçerikleri

Bitki ekstraktlarının toplam fenolik içeriklerinin hesaplanmasında gallik asit ile hazırlanan standart grafik kullanılmıştır (Şekil 5). Bitki ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri ile ilgili veriler Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'deki sonuçlar incelendiğinde, en yüksek toplam fenolik içeriklere *H.suaveolens*'in vejetatif gelişme

periyodundaki kök ekstraktında (9,851), daha sonra ise *H. suaveolens*'in çiçek (6,506) ve generatif gelişme periyodundaki kök ekstraktlarında (6,350) tespit edilmiştir. *H. myosotoides* de en yüksek toplam fenolik içeriklere vejetatif gelişme periyodundaki topraküstü ekstraktlarda rastlanmıştır (4,675).



Şekil 5. Gallik asit standart grafiği.

Tablo 2. Bitki ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri

Bitki ekstraktı	GAE
<i>H. suaveolens</i> gövde vejetatif evre	4,069 (±0,438)
<i>H. suaveolens</i> gövde generatif evre	3,891 (±0,522)
<i>H. suaveolens</i> yaprak vejetatif evre	5,071 (±0,271)
<i>H. suaveolens</i> yaprak generatif evre	4,656 (±0,146)
<i>H. suaveolens</i> kök vejetatif evre	9,851 (±0,476)
<i>H. suaveolens</i> kök generatif evre	6,350 (±0,820)
<i>H. suaveolens</i> çiçek	6,506 (±0,032)
<i>H. myosotoides</i> vejetatif topraküstü	4,675 (±0,310)
<i>H. myosotoides</i> vejetatif toprakaltı	3,147 (±0,039)
<i>H. myosotoides</i> generatif topraküstü	3,109 (±0,089)
<i>H. myosotoides</i> generatif toprakaltı	3,375 (±0,290)

GAE= gallik asit eşdeğeri (mg<sub>GAE</sub>)/g<sub>(ekstrakt)</sub>

### 3.3. Bitki Ekstraktlarının Antimikrobiyal Aktiviteleri

*H. suaveolens* ve *H. myosotoides*'in vejetatif ve generatif gelişme periyotlarındaki organlarına ait ekstraktları incelendiğinde, hem *H. suaveolens*'in vejetatif ve generatif organlarında hemde *H. myosotoides*'in topraküstü ve toprakaltı organları ile hazırlanan etanol, hekzan ve etil asetat ekstraktlarında disk difüzyon testi ile kayda değer antimikrobiyal aktiviteye rastlanmamıştır.

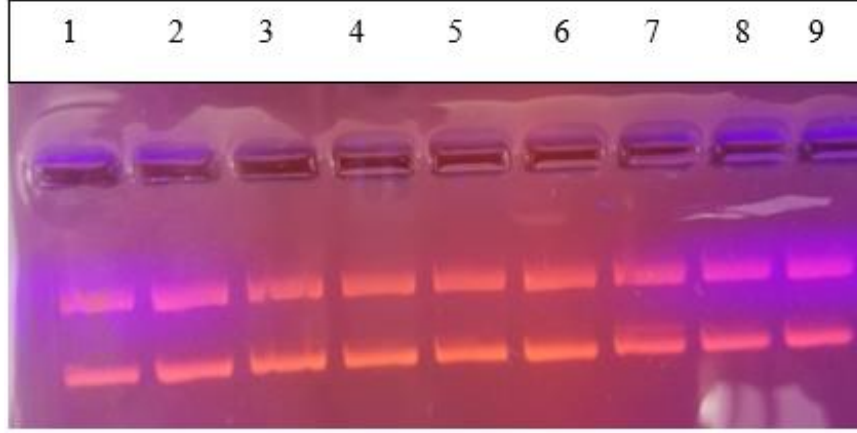
### 3.4. Bitki Ekstraktlarının Plazmit DNA Üzerine Etkileri

Şekil 6 ve 7'deki 1 ve 2 numaralı hatta bulunan örnekler kontrol gruplarını oluşturmaktadır. Şekil 6 ve 7 incelendiğinde, agaroz jel elektroforezi sonucunda bitki ekstraktları ile muamele edilen DNA'nın kontrol

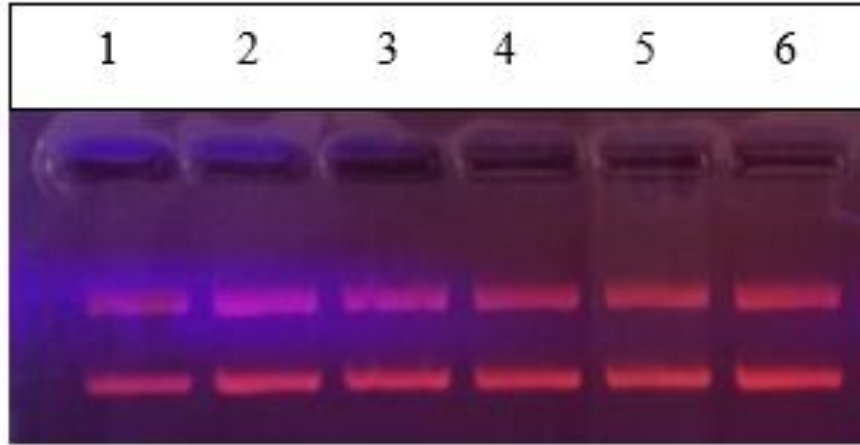


grubuyla benzer olduğu görülmüştür. Yani her iki türümüzün farklı organları ile hazırlanan etanol, hekzan ve etil asetat ekstraktlarında herhangi bir nükleaz aktivite bulunamamıştır. Bu çalışmadaki her iki türün etanol, hekzan ve etil asetat ekstraktlarının antimikrobiyal dataları ile plazmit DNA üzerine etkisi dataları uyumludur. Yani bitki ekstraktlarının

antimikrobiyal aktivitesi görülmediği gibi plazmit DNA üzerine etkisi de görülmemiştir. Bitki ekstraktlarının plazmit DNA üzerinde herhangi bir etkisi görülmediğinden bu çalışmada, her iki inceleme türümüz için sadece etanol ekstraktlarının agaroz jel elektroforez görüntüleri verilmiştir.



**Şekil 6.** *Heliotropium suaveolens* etanol ekstraktlarının plazmit DNA üzerine etkisini agaroz jel elektroforez görüntüleri. 1= DNA kontrol, 2= DMSO kontrol, 3= gövde vejetatif evre, 4= gövde generatif evre, 5= yaprak vejetatif evre, 6= yaprak generatif evre, 7= kök vejetatif evre, 8= kök generatif evre, 9= çiçek.



**Şekil 7.** *Heliotropium myosotoides* etanol ekstraktlarının plazmit DNA üzerine etkisini agaroz jel elektroforez görüntüleri. 1= DNA kontrol, 2= DMSO kontrol, 3= vejetatif topraküstü, 4= vejetatif toprakaltı, 5= generatif topraküstü, 6= generatif toprakaltı.

#### 4. Tartışma

Yapılan araştırmalarda, bitki türlerindeki fenolik bileşiklerin hem miktarlarında hemde çeşitlerinde farklılıklar gözlenmiştir (Santos ve ark., 2008). Bu yüzden farklı bitki türleri farklı antioksidan aktivite göstermektedir. *H. suaveolens* ve *H. myosotoides*'in bazı organlarının yüksek ve düşük antioksidan aktivite göstermesi fenolik bileşiklerin farklı organlarda farklı miktarlarda ve çeşitlerde olmasından kaynaklanmaktadır. En yüksek toplam fenolik içeriklere *H. suaveolens*'in vejetatif ve generatif gelişme periyotlarında kök ve çiçek ekstraktlarında, *H. myosotoides* de ise vejetatif gelişme periyodunda topraküstü ekstraktlarda bulunmuştur. Her iki inceleme

türünün diğer organlarında düşük miktarlarda toplam fenolik içerikler olduğu belirlenmiştir. Gelecek yıllarda özellikle *H. suaveolens*'in yüksek toplam fenolik içeriklere sahip olan vejetatif ve generatif gelişme periyotlarındaki kök ve çiçek ekstraktları doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabilir.

Bizim çalışmamızda elde edilen benzer antioksidan sonuçlara diğer *Heliotropium* türlerinde de rastlanmıştır. Radwan ve El-Shabasy (2020) tarafından birbirine morfolojik olarak benzer olan 5 *Heliotropium* türünün (*H. bacciferum*, *H. zeylanicum*, *H. longiflorum*, *H. pterokarpum* ve *H. jizanense*) biyokimyasal içerikleri ve antioksidan özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. İncelenen türlerin farklı fenolik bileşiklere ve antioksidan

aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. En yüksek fenolik bileşikler *H. zeylanicum* ve *H. bacciferum* da bulunmuştur. En düşük fenolik bileşikler ise *H. longiflorum*, *H. pterocarpum* ve *H. jizanense* de tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, en yüksek antioksidan aktivite *H. zeylanicum* (% 93) ve *H. bacciferum* (% 84) da görülürken, en düşük antioksidan aktivite *H. pterocarpum* da tespit edilmiştir. Bizim inceleme türlerimizden *H. suaveolens*'in vejetatif gelişme periyodundaki yaprak etanol ekstraktları, generatif gelişme periyodundaki yaprak ve çiçek etanol ekstraktlarının, vejetatif ve generatif gelişme periyotlarındaki kök, gövde, yaprak ve çiçek hekzan ekstraktlarının antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, gelecekte *H. suaveolens*'in vejetatif ve generatif gelişme periyotlarındaki yaprakları ve çiçeklerinin etanol ekstraktları, vejetatif ve generatif gelişme periyotlarındaki kök, gövde, yaprak ve çiçek hekzan ekstraktları doğal antioksidan kaynağı olarak daha fazla tercih edilebilir. Ayrıca *H. suaveolens*'in antioksidan özelliğe sahip olan organları parfümeri ve kozmetik sanayisinde değişik preparatların hazırlanmasında kullanılabilir. Al-Shekhany ve Al-Khesraji (2015) tarafından *H. suaveolens* türünün tam topraküstü ve yaprak, çiçek metanol ekstraktlarında 7 glikozit tespit edilmiştir. Bundan dolayı bu türün glikozit taşıyan organları bal üreticileri tarafından da kullanılabilme potansiyeline sahiptir. Diğer taraftan, *H. myosotoides*'in vejetatif ve generatif periyottaki topraküstü ve toprakaltı etanol ve hekzan ekstraktlarının düşük antioksidan aktiviteye sahip olduğu görülmüştür.

*H. samolifolium* Bunge subsp. *erzurumicum*'un Dönmez toprakaltı ve topraküstü kısımlarına hekzan, kloroform, etil asetat, etanol, etanol+su ve su uygulanmıştır (Sağlam ve Kandemir, 2020). *H. samolifolium* subsp. *erzurumicum*'un en yüksek fenolik madde içeriği topraküstü ve toprakaltı kloroform ve toprakaltı etanol+su ekstraktlarında hesaplanmıştır. En yüksek IC50 değerlerine topraküstü kloroform, etanol+su ve toprakaltı etanol ekstraktlarında rastlanmıştır. Bu sonuçlara göre, bu bitkinin topraküstü ve toprakaltı kloroform ve toprakaltı etanol+su ve etanol ekstraktlarının doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabilceği rapor edilmiştir. Bu çalışmadaki *H. suaveolens* ve *H. myosotoides*'in etanol ekstraktlarındaki antioksidan bulgularımızın Sağlam ve Kandemir (2020)'in antioksidan bulguları ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Karakaya ve ark. (2019) tarafından Türkiye'de yetişen *H. dolosum*, *H. lasiocarpum* ve *H. hirsutissimum*'un antioksidan ve antikolinesteraz aktiviteleri incelenmiştir. En yüksek toplam fenolik madde içeriğine *H. lasiocarpum*, en düşük toplam fenolik madde içeriğine *H. dolosum* da tespit edilmiştir. Üç *Heliotropium* türünün antioksidan özelliğe sahip olduğu bulunmuştur. Ancak en yüksek aktivite *H. lasiocarpum*'da (69,99 µg/mL) görülmüştür. Ayrıca, *H. lasiocarpum* ekstraktları, sırasıyla

asetilkolinesteraz ve butirilkolinesteraz enzimlerine karşı önemli ölçüde inhibisyon göstermiştir. Araştırmadaki sonuçlara göre, bu üç *Heliotropium* türlerinin, antioksidan ve antikolinesteraz aktivitesine sahip farmasötik ürünler için etkili olabileceği rapor edilmiştir.

*H. strigosum*'un antioksidan özellikleri araştırılmıştır (Khurm ve ark., 2016). Bu çalışmada bitki ekstraktlarına diklorometan uygulanmıştır. *H. strigosum*'un diklorometan ekstraktlarının önemli antioksidan aktivite göstermediği rapor edilmiştir. Bizim inceleme türlerimiz olan *H. suaveolens* ve *H. myosotoides*'in vejetatif ve generatif periyottaki organlarının etil asetat ekstraktlarında da antioksidan aktiviteye rastlanmamıştır. Bu çalışmada her iki türün etil asetat ekstraktlarının antioksidan bulguları Khurm ve ark. (2016)'nın bulgularına benzerlik göstermektedir.

Al-Shekhany ve Al-Khesraji (2015) tarafından iki *Heliotropium* (*H. lasiocarpum* Fisch. et Mey. ve *H. suaveolens*) türünün antioksidan aktivitesi, alkolit ve glikozit içerikleri incelenmiştir. Bitki ekstraktları metanol ile hazırlanmıştır. Bu iki türün tam topraküstü kısımlarında, yaprak ve çiçek durumunda 8 alkolit ve 7 glikozit belirlenmiştir. Her iki türün çiçek durumunda en yüksek oranda heliotrin alkaloidine rastlanırken, gövde de en yüksek oranda lasiokarpin alkaloidine rastlanmıştır. *H. suaveolens*'in tam topraküstü kısımlarında (gövde, yaprak, çiçek) ise yüksek oranda lasiokarpin, heliotrin ve pirolizidin alkaloidlerinin olduğu tespit edilmiştir. *H. suaveolens*'in tüm topraküstü kısımlarının antioksidan aktivite gösterirken, sadece çiçek durumunun içerdiği ekstraktlarda antioksidan aktiviteye rastlanmamıştır. Bizim incelemede *H. suaveolens*'in çiçek etanol ve hekzan ekstraktlarının antioksidan aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur. Bu durumun, bizim çalışmamızda farklı organik çözücü kullanılmasından ve bitki türünün farklı ekolojik koşullarda yetişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü farklı organik çözücüler bitki organlarında farklı sekonder metabolitleri ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca farklı ekolojik koşullar bitki türlerinde biyoaktif bileşenlerin hem konsantrasyonunu hemde çeşidinin değişmesine neden olmaktadır. Örneğin; *H. curassavicum* L. da flavonoidlerin iç kısımlarda yayılış gösteren bireylerinde sahilde yayılış gösterenlere göre daha fazla biriktirildiği görülmüştür (Abd-ElGawad ve ark., 2019). Böylece iç kısımlarda yayılış gösteren bitkiler flavonoid ve bazı sekonder metabolitlerini artırarak stres koşullarına daha kolay uyum sağlayabilirler. Diğer taraftan, bitkilerdeki organlarının sekonder metabolit içerikleri onların büyüme dönemlerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Darcan ve ark. (2021) çiçeklenme ve tomurcuklanma dönemlerinde bitkilerin sekonder metabolit içeriklerinin nasıl değiştiğini ve mikroorganizmalar üzerinde nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Araştırmacılar bitki olarak *Bituminaria bituminosa* L. var. *bituminosa* genotiplerini kullanmışlardır. Araştırmanın sonuçları incelendiğinde,

genotiplerin çiçeklenme aşamasından elde edilen ekstraktların tomurcuklanma aşamasından elde edilen ekstraktlardan bakteriler üzerinde (özellikle Gram pozitif bakteriler) daha etkili olduğu bulunmuştur (Darcan ve ark., 2021).

Fenoller, bitkisel antimikrobiyal ajanların en kalabalık grubunu oluşturmaktadır (Karau ve ark., 2007). Flavonoidler, Gram pozitif ve Gram negatif bakteriler üzerinde farklı etki göstermektedirler. Bu durum Gram pozitif ve negatif bakterilerin hücre duvarının farklı yapıda olmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü antimikrobiyal mekanizmanın mikroorganizmaların dış membranında bulunan proteinleri ve iyon kanallarını etkileyerek aktivite göstermektedir. Ayrıca bazı alkaloitlerin bazı bakteriler (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Bacillus subtilis*) üzerinde geniş spekturumlu antimikrobiyal etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Cheesman ve ark., 2012).

Alhassan ve ark. (2018) tarafından Sudan da yayılış gösteren bazı tıbbi bitkilerin (*H. egyptiacium*, *H. sudanicum*, *Mimosa pigra* L., *Solaen stemma argrl* ve *Vangueria madagascariensis*) antimikrobiyal ve fotokimyasal özellikleri incelenmiştir. Bitki kısımları etanol ile ekstrakte edilmiştir. Antimikrobiyal incelemelerde, Gram pozitif (*Bacillus subtilis* NCTC 8236 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 25923), Gram negatif bakteriler (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853) ve iki fungi (*Apergillus niger* ATCC 9763, *Candida albicans* ATCC 7596) kullanılmıştır. *H. egyptiacium*, *H. sudanicum* etanol ekstraktlarının bakteriler ve funguslar üzerinde çok zayıf bir antimikrobiyal aktivite gösterdiği görülmüştür. Benzer sonuçlar Elegami ve ark. (2001) tarafından *H. egyptiacium*, *H. sudanicum*'un metanol ekstraktlarında da rapor edilmiştir. Ayrıca *H. egyptiacium*, *H. sudanicum* da alkaloitler, flavonoidler, saponinler, triterpenler, steroller, taninler ve kumarinler tespit edilmiştir. Bizim inceleme türlerimiz olan *H. suaveolens* ve *H. myosotoides*'in topraküstü ve toprakaltı organlarında antimikrobiyal aktivite görülmemiştir.

*H. strigosum*'un antimikrobiyal, sitotosik ve fitotoksik özellikleri araştırılmıştır (Khurm ve ark., 2016). Bu çalışmada bitki ekstraktlarına diklorometan uygulanmıştır. Bitki ekstraktlarının çalışmada kullanılan bakterilerden *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa* üzerine antibakteriyel aktivitesi görülmezken, *Staphylococcus aureus*, *Shigella flexneri* üzerine zayıf antibakteriyel aktivitesi gözlenmiştir. Ancak bitkinin diklorometan ekstraktları çalışmada kullanılan test fungusları (*T. rubrum*, *A. niger*, *F. solani*, *C. albicans* ve *M. canis*) üzerinde antifungal bir etki gösterememiştir. Sonuç olarak, Khurm ve ark. (2016) *H. strigosum*'un diklorometan ekstraktlarının antimikrobiyal aktiviteye sahip olmadığını rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızda *H. suaveolens* ve *H. myosotoides* ekstraktlarından elde edilen antimikrobiyal sonuçlarımız Khurm ve ark. (2016)'nın antimikrobiyal sonuçları ile uyumlu olduğu

tespit edilmiştir. Ayrıca Khurm ve ark. (2016) *H. strigosum*'dan başta pirolizidin alkaloitleri, terpenoidler ve flavonoidler olmak üzere farklı organik bileşik gruplarının izolasyonu ve saflaştırılması, bu bitkinin antibakteriyel tıbbi ajanlar alanında gelecek yıllarda bir rolünün olabileceğini rapor etmişlerdir. Bu nedenle gelecek yıllarda *H. strigosum* küresel olarak daha güvenli bitki sağlığı kaynağı olarak kullanılacağı belirlenmiştir. Bizim inceleme türlerimizden *H. suaveolens*'in tüm topraküstü kısımların da yüksek oranda lasiokapın, heliotrin ve pirolizidin alkaloitlerinin, yapraklarında lasiokapın, heliotrin, insidin ve çiçek durumunda ise heliotrin alkaloidi olduğu tespit edilmiştir (Radwan ve El-Shabasy, 2020). Bundan dolayı, gelecek yıllarda *H. suaveolens*'in generatif gelişme periyodundaki yaprak ve çiçek durumunda bulunan alkaloitlerin saflaştırılarak bakteri ve mantar kaynaklı hastalıkların tedavisinde kullanılabilceğini düşünüyoruz.

*H. samolifolium* subsp. *erzurumicum*'un topraküstü ve toprakaltı kısımları hekzan, etanol, etanol+su, su, kloroform, etil asetat gibi çözücülerde ekstrakte edilmiştir. Topraküstü hekzan ekstraktlarının sadece *E. coli*, topraküstü etanol+su ekstresinin *P. aeruginosa*, topraküstü su ekstraktının *M. luteus* ve topraküstü kloroform, etilasetat, etanol ve su ekstraktlarının ise *C. albicans* üzerinde antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu görülmüştür (Sağlam ve Kandemir, 2020). *H. samolifolium* subsp. *erzurumicum*'un bütün toprakaltı ekstraktlarının *C. albicans* üzerinde antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu, toprakaltı etilasetat ekstraktlarının sadece *S. aureus* üzerinde, toprakaltı etanol ekstraktlarının ise *S. aureus*, *P. aeruginosa* ve *M. luteus* üzerinde güçlü bir antimikrobiyal aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Alttürün hem topraküstü hemde toprakaltı ekstraktları *C. albicans* üzerinde önemli bir antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Özellikle bitkinin toprakaltı etanol ekstraktı araştırmada kullanılan dört bakteriden sadece *E. coli* üzerinde mikrobiyal aktivite gösteremezken, diğer bakteriler ve maya üzerinde antimikrobiyal aktiviteye sahiptir. Sağlam ve Kandemir (2020) *H. samolifolium* subsp. *erzurumicum*'un özellikle toprakaltı etanol ekstraktının Gram pozitif ve negatif bakteriler ve maya mantarı kaynaklı hastalıkların tedavisinde kullanılabilceğini önermişlerdir.

*H. filifolium* (Miers) Reiche'dan izole edilen sekonder metabolitler Gram pozitif ve Gram negatif bakterilere uygulanmıştır. Bu sekonder metabolitlerin Gram pozitif bakteriler üzerinde antimikrobiyal aktivite göstermesine rağmen, bu metabolitlerin Gram negatif bakteriler üzerinde inaktif bir aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Urzua ve ark., 2008). Bu durum Gram pozitif ve negatif bakterilerin hücre duvarı yapılarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır (Puupponen ve ark., 2001). Şöyleki, Gram pozitif bakteriler hücre zarında geniş bir peptidoglikan tabakaya sahiptirler. Bu peptidoglikan tabaka mekanik etkilere karşı oldukça dayanıklıdır. Ayrıca Gram pozitif bakterilerin zarında doğal direç de önemli rol oynayan aktif pompa proteinleri de



bulunmaktadır. Gram negatif bakteriler ise ikinci bir dış zara (lipopolisakarit yapıda) ve ince peptidoglikan tabakaya sahiptirler (Navarre ve Schneewind, 1999). Bu lipopolisakarit yapıdaki tabaka Gram negatif bakterilerin ozmotik basınca karşı dayanıklılığını ve patojen etkilerini artırmaktadır (Hasdemir, 2007). İnceleme türlerimizin farklı organlarından elde edilen ekstraktlar çalışmada kullanılan Gram pozitif ve negatif bakteriler ve maya üzerinde herhangi bir antimikrobiyal etki gösterememiştir. Bu durum, çalışmada kullanılan bakterilerin hücre duvarı yapısından, bitki ekstraktlarındaki sekonder metabolitlerin konsantrasyonlarından ve farklılığından kaynaklanmıştır. Ayrıca çalışmamızda kullanılan Gram pozitif ve negatif bakterilerin hücre duvar yapıları güçlü olduğundan bu bitki türlerinden elde edilen ekstraktlar bu bakteriler üzerinde antimikrobiyal etki gösterememiştir.

*H. dasycarpum* L.'un metanol ve diklorometan ekstraktları bazı Gram pozitif ve Gram negatif bakterilere uygulanmış ve bitki ekstraktlarının her ikisinde Gram pozitif ve Gram negatif bakterilerde inaktif bir antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. Bu bitkinin metanol ekstraktlarının çalışmada kullanılan mantarlardan sadece *Microsporum canis* üzerinde düşük bir antifungal aktivite göstermiştir (Gaffari ve ark., 2013). Bu çalışmada fungus olarak *C. albicans*, *Aspergillus flavus*, *Fusarium solani*, *C. glabrata* kullanılmıştır. Bizim bu çalışmadaki antimikrobiyal bulgularımız Gaffari ve ark. (2013)'nin antimikrobiyal bulguları ile uyum içerisindedir. Bu durum her iki çalışmada benzer organik çözücü kullanılmasıyla kaynaklanabilir.

*H. bacciferum* Forssk.'un kök, gövde ve yapraklarına metanol, n-hekzan, etil asetat, n-bütanol ve su uygulanarak ekstraktlar hazırlanmıştır (Ahmad ve ark., 2015). *H. bacciferum*'un kök, gövde ve yapraklarında saponinler, alkaloitler, terpenoitler, steroidler, taninler, glikozitler, flavonoidler ve fenollere rastlanmıştır. *H. bacciferum*'un n-hekzan, n-bütanol, etilasetat ve su ekstraktlarının *E. coli*, *S. typhi*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *E. carotovora*, *K. pneumoniae*, *B. atrophaeus* ve *B. subtilis* üzerinde antimikrobiyal aktivite gösterdiği bulunmuştur. Ancak n-bütanol ekstresi *S. aureus* ve su ekstreside *B. subtilis* üzerinde inaktif özellik göstermiştir. Ayrıca *H. bacciferum*'un yukarıda belirtilen ekstraktları farklı konsantrasyonlarda *C. albicans*, *Fusarium solani*, *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Trichoderma longibrachiantum* gibi funguslara uygulanmış ve antifungal aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. *H. bacciferum*'un kök, gövde ve yapraklarından elde edilen ekstraktların bakteri ve funguslar üzerinde antimikrobiyal aktivite gösterip göstermemesi, bu bitkideki sekonder metabolitlerin farklı konsantrasyonlarda ve çeşitlerde olmasından, farklı organik çözücülerin ve metotların kullanılmasıyla kaynaklanmaktadır.

*H. bacciferum*'un gövde ve yaprak ekstraktları dietil eter, etil asetat ve metanol ile hazırlanmıştır (Najeeb ve ark., 2020). Çalışmada, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *B.*

*subtilis* bakterileri ve *C. albicans* kullanılmıştır. *H. bacciferum*'un dietil eter yaprak ekstraktları bakterilere karşı yüksek bir antibakteriyal aktivite gösterirken, dietil eter ve etil asetat gövde ekstraktları ise bakterilere karşı antibakteriyal aktivite gösterememiştir. Etil asetat yaprak ekstraktları *E. coli* ve *B. subtilis*'e karşı orta derecede bir antibakteriyal aktiviteye sahip olurken, *P. aeruginosa*, *S. aureus*'a karşı inaktif antibakteriyal aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. *H. bacciferum*'un metanol yaprak ekstraktları sadece *E. coli* üzerinde antibakteriyal aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Hem yaprak hemde gövde metanol ekstraktları çalışmada kullanılan diğer bakterilere karşı bir antibakteriyal aktivite gösterememiştir. Dietil eter, etil asetat ve metanol yaprak ve gövde ekstraktları *C. albicans* üzerinde değişik antifungal aktivite sergilemiştir. Kısacası, *H. bacciferum*'un etil asetat ve metanol gövde ve yaprak ekstraktları bakterilere karşı iyi bir antibakteriyal aktivite yapamadığı belirlenmiştir. Bizim çalışmamızdaki etil asetat ekstraktlarından elde edilen sonuçlar Najeeb ve ark. (2020)'nin elde ettiği sonuçlarla uyumlu olduğu görülmüştür.

### 5. Sonuç

*H. suaveolens*'in antioksidan özelliğe sahip olan organlarından elde edilen etanol ve hekzan ekstraktları doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabilir. Ayrıca *H. suaveolens* içerdiği glikozit ve alkaloitlerden dolayı parfümeri ve kozmetik sanayisinde değişik preparatların hazırlanmasında ve içerdiği glikozitlerden dolayı bal üreticileri için tercih edilebilir.

*H. myosotoides*'in topraküstü ve toprakaltı organlarındaki sekonder metabolitler en kısa zamanda tespit edilip dolaman mantarının indikatörü olarak kullanılabilir. Çünkü dolaman mantarı toprak altında olduğundan insanların bulması güçleşmektedir. İlaveten bu mantar *H. myosotoides*'in yayılış gösterdiği topraklarda yetişmektedir. *H. suaveolens* ve *H. myosotoides*'in organlarından elde edilen etanol, hekzan ve etil asetat ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi ve plazmit DNA üzerine etkisi görülmemesine rağmen, bu bitki türlerinin yapısında var olan sekonder metabolitler saflaştırılarak gelecek yıllarda mantar ve bakteri kaynaklı yeni antimikrobiyal ilaçların yapımında etkin rol oynayacaktır. Bütün bunlar ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacaktır. Araştırma materyali olarak seçilen *Heliotropium* türleri üzerinde henüz böyle bir çalışma yapılmadığından dolayı, bu çalışmadan elde edilen bulgular *Heliotropium* cinsi ile yapılacak olan diğer çalışmalara bir basamak oluşturacaktır.

### Katkı Oranı Beyanı

N.K. (%100) araştırmayı planladı, bitki örneklerini teşhis etti ve (%50) makalenin yazma işlemini gerçekleştirdi. Ş.K. (%100) bitki örneklerini yayılış gösterdikleri alanlardan topladı ve kurutma işlemlerini yapmıştır. E.Ç. (%50) bitki örneklerini analizlere hazırladı ve (%100) örneklerin antimikrobiyal özellikleri ile ilgili deneyleri

yapmıştır. U.Ç. (%50) bitki örneklerini analizlere hazırladı ve (%100) örneklerin antioksidan özellikleri ile ilgili deneyleri yürütmüştür. Ö.İ. (%100) bitki örneklerinin DNA analizlerini yaptı ve (%50) makalenin yazılmasında yardımcı olmuştur. Yazarlar makalenin son halini inceleyip onaylamıştır.

## Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedirler.

## Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan veriler Amasya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen FMB-BAP 19-0390 nolu projeden alınmıştır.

## Etik Beyan

Bu çalışmada, “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması gerekli tüm kurallara uyulduğunu, bahsi geçen yönergenin “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirinin gerçekleştirilmediğini taahhüt ederiz.

## Kaynaklar

Abd-ElGawad AM, Elshamy AI, Al-Rowaily SL, El-Amier YS. 2019. Habitat affects the chemical profile, allelopathy, and antioxidant properties of essential oils and phenolic enriched extracts of the invasive plant *Heliotropium curassavicum*. *Plants*, 8: 482-494.

Ahmad S, Ahmad S, Bibi I, AbdEl-Salam N M, Hussain H, Ishaq M S, Adnan M, Tariq A, Ullah R. 2015. Antibacterial and antifungal activities of the extract and fractions of aerial parts of *Heliotropium bacciferum*. *Afr J Tradit Complement Altern Med*, 12: 32-35.

Alhassan MS, Koko WS, Khalid HS. 2018. Evaluation of antimicrobial, antioxidant and phytochemical screening of some Sudanese medicinal plants. *Int J Multidiscip Res Dev*, 5: 35-39.

Al-Shekhany YNM, Al-Khesraji TO. 2015. Alkaloid and glycoside contents and antioxidant activity of two *Heliotropium* species (Boraginaceae) from Kurdistan Region-Northern Iraq. *J Garmian Uni*, 963-979.

Arslan I, Çelik A. 2013. Saponin Rich Fractions (SRPs) from Soapwort Show Antioxidant and Hemolytic Activity. *APCBEE Procedia*, 7: 103-108

Ayar E, Kandemir N, Kandemir Ş, Çelikoğlu U, İdil Ö. 2020. Investigation of Some Biological Activities of Extracts *Centranthus longiflorus* subsp. *longiflorus*. *Int J Second Metab*, 7: 253-265.

Bauer AW, Kirby WM, Sherris JC, Turck M. 1966. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *Am J Clin Pathol*, 45: 493-496.

Candela RG, Roselli S, Bruno M, Fontana G. 2021. A review of the phytochemistry, traditional uses and biological activities of the essential oils of genus *Teucrium*. *Planta Med*, 87: 432-479.

Cheesman L, Nair JJ, Van-Staden J. 2012. Antibacterial activity of crinane alkaloids from *Boophone disticha* (Amaryllidaceae). *J Ethnopharmacol*, 140: 405-408.

Darcan C, Kaygusuz Ö, Leblebici S, Gülümser E, Acar Z. 2021. Antimicrobial activity of leaf extracts of *Bituminaria* sp.

genotypes at different growth stages. *Indian J Exp Biol*, 59: 302-309.

Davis PH. 1978. Flora of Turkey and the east Aegean Island. In: Rield H, editor. *Heliotropium* L. Edinburg University, Edinburg, 6<sup>th</sup> ed., pp. 248-255.

Elegami AA, Almagboul AZ, Omer MEA, El Tohami MS. 2001. Sudanese plants used in folkloric medicine: Screening for antibacterial activity. Part X. *Fitoterapia*, 72: 810-817.

Gaffari MA, Bano S, Hayat K. 2013. Antimicrobial and phytotoxic effects of the plant *Heliotropium dasycarpum* L. *Int. J Pharma Bio Sci*, 4: 339-345.

Galvez M A. 2015. Evaluation of DPPH Free Radical Scavenging Activity and Phytochemical Screening of Selected Folkloric Medicinal Plants in Tinoc, Ifugao, Cordillera Administrative Region, Philippines. *Int J Sci Res Publ*, 5: 440-445.

Ghori MK, Ghaffari MA, Hussain SN, Manzoor M, Aziz M, Sarwer W. 2016. Ethnopharmacological, Phytochemical and Pharmacognocic Potential of genus *Heliotropium* L. *Türk J Pharm Sci*, 13: 259-280.

Goyal N, Sharma S Kr. 2014. Bioactive phytoconstituents and plant extracts from genus *Heliotropium*. *Int J Green Pharm*, 16: 217-225.

Graser G, Witte L, Robins DJ, Hartmann T. 1988. Incorporation of chinally deterated putrescines into pyrrolizidine alkaloids: A reinvestigation. *Phytochemistry*. 47: 1017.

Güner N. 1986. Alkaloids from *Heliotropium suaveolens*. *J Nat Prod*, 49: 369.

Güner A, Aslan S, Ekim T, Vural M, Babaç M T. 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). In: Güner A, Aslan S, Ekim T, Vural M, Babaç M T, editors. *Heliotropium* L. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği, İstanbul, pp. 227-228.

Hasdemir U. 2007. Çoklu ilaç direncinde bakteri hücre duvarı organizasyonu ve aktif pompa sistemlerinin rolü. *Mikrobiyol Bül*, 41: 309-327.

Herken EN, Çelik A, Aslan M, Aydınlık N. 2012. The constituents of essential oil: antimicrobial and antioxidant activity of *Micromeria congesta* Boiss. & Hausskn. Ex Boiss. from East Anatolia. *J Med Food*, 5: 835-839.

Kandemir N, Çelik A, Shah SN, Razzaq A. 2020. Comparative micro-anatomical investigation of genus *Heliotropium* (Boraginaceae) found in Turkey. *Flora*, 262, 151495.

Karakaya S, Koca M, Kılıç CS. 2019. Antioxidant and anticholinesterase activities of *Heliotropium dolosum*, *H. lasiocarpum* and *H. hirsutissimum* growing in Turkey. *Erzincan Üniv Fen Bilim Enst Derg*, 12: 1381-1391.

Karau D, Nadembega W M C, Ouattara L, Ouattara L, Ilboudo DP, Canini A, Nikiema J B, Simpore J, Colizzi V, Traore AS. 2007. African ethnopharmacology and new drug discovery. *Med Aromat Plant Sci Biotechnol*, 1: 560-569.

Khurm M, Chaudhry BA, Uzair M, Janbaz KH. 2016. Antimicrobial, Cytotoxic, Phytotoxic and Antioxidant Potential of *Heliotropium strigosum* Willd. *Medicines*, 3: 20-30.

Mavi A, Terzi Z, Özgen U, Yıldırım A, Coşkun M. 2004. Antioxidant properties of some medicinal plants: *Prangos ferulacea* (Apiaceae), *Sedum sempervivoides* (Crassulaceae), *Malva neglecta* (Malvaceae), *Cruciata taurica* (Rubiaceae), *Rosa pimpinellifolia* (Rosaceae), *Galium verum* subsp. *verum* (Rubiaceae), *Urtica dioica* (Urticaceae). *Biol Pharm Bull*, 27: 702-705.

Najeeb TM, Musa AE, Khider TO. 2020. Antibacterial and antifungal activities of *Heliotropium bacciferum* Forssk leaves and stem. *Adv Biol Res*, 14: 1-7.

Navarre WW, Schneewind O. 1999. Surface proteins of Gram-positive bacteria and mechanisms of their targeting to the cell

- Wall envelope. *Microbiol Mol Biol Rev*, 63: 174-179.
- Puupponen PR, Nohynek L, Meier C, Kahkonen M, Heinonen M, Hopia A, Oksman-Caldentey KM. 2001. Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. *J Appl Microbio*, 90: 494-507.
- Radwan DE, El-Shabasy AE. 2020. Comparative Analysis of Five *Heliotropium* species in Phenotypic Correlations, Biochemical Constituents and Antioxidant Properties. *Catrina*, 21: 1- 8.
- Roy A. 2015. Pharmacological activities of Indian Heliotrope (*Heliotropium indicum* L.): A review. *J Pharmacogn Phytochem*. 4: 101-104.
- Sağlam G, Kandemir N. 2020. Comparison of Biological and Antioxidant Activities of Above and Below-Ground Extracts of Endemic *Heliotropium samolifolium* subsp. *erzurumicum*. *KSU J Agric Nat*, 23: 1054-1063.
- Santhosha D, Ramesh A, Hemalatha E, Nagulu M. 2015. Phytochemical screening and anti-oxidant activity of ethanolic extract of *Heliotropium indicum*. *Int Res J Pharm*, 6: 567-572.
- Santos LDT, Thadeo M, Iarema L, Meira RMSA, Ferreira FA. 2008. Foliar anatomy and histochemistry in seven species of *Eucalyptus*. *Rev Árvore*, 32: 769-779.
- Shazly A El, Wink M. 2014. Diversity of pyrrolizidine alkaloids in the Boraginaceae structures, distribution and biological properties. *Divers*, 6: 188-282.
- Shoge MO, Ndukwe GI, Amupitan J. 2011. Phytochemical and antimicrobial studies on the aerial parts of *Heliotropium indicum* Linn *Ann Biol Res*, 2: 129-136.
- Singh B, Sahu PM, Singh S. 2002. Antimicrobial activity of pyrrolizidine alkaloids from *Heliotropium subulatum*. *Fitoterapia*, 73: 153-155.
- Urzúa A, Echeverría J, Rezende MC, Wilkens M. 2008. Antibacterial Properties of 3 H-Spiro [1-benzofuran-2, 1'-cyclohexane] Derivatives from *Heliotropium filifolium*. *Molecules*, 13: 2385-2393.
- Yesmin B. 2014. Antibacterial, antioksidant and cytotoxic activities of *Heliotropium indicum*. *Experiment*, 23: 1564-1569.