



**İRAN KAYNAKLI BAZI ALLİUM TÜRLERİNİN  
SEKONDER METABOLİTLERİ VE ANTİOKSİDAN İLE  
ALLELOPATİK POTANSİYELLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Mohammad Rasoul TARAGHİKHAH**

**Prof. Dr. Ökkeş ATICI**  
**Doktora Tezi**  
**Biyoloji Ana Bilim Dalı**  
**2024**

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**İRAN KAYNAKLI BAZI ALLIUM TÜRLERİNİN SEKONDER METABOLİTLERİ  
VE ANTİOKSİDAN İLE ALLELOPATİK POTANSİYELLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

(Investigation of Secondary Metabolites, and Antioxidant and Allelopathic Potentials of  
Some *Allium* Species from Iran)

DOKTORA TEZİ

Mohammad Rasoul TARAGHIKHAH

Danışman: Prof. Dr. Ökkeş ATICI

Erzurum  
Ocak, 2024

## KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Tez yazarının adını girmek için tıklayın tarafından hazırlanan “Tezin başlığını girmek için tıklayın” başlıklı çalışması .. / .. / 20.. tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Ana Bilim Dalı adını girmek için tıklayın Ana Bilim Dalı, Bilim Dalı adını girmek için tıklayın Bilim Dalında Tez türünü giriniz. Ör. yüksek lisans veya doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

|                         |                                  |       |
|-------------------------|----------------------------------|-------|
| Jüri Başkanı:           | Unvan Ad SOYAD<br>Üniversite Adı | ..... |
| Danışman:               | Unvan Ad SOYAD<br>Üniversite Adı | ..... |
| Jüri Üyesi:             | Unvan Ad SOYAD<br>Üniversite Adı | ..... |
| Jüri Üyesi:             | Unvan Ad SOYAD<br>Üniversite Adı | ..... |
| Jüri Üyesi:             | Unvan Ad SOYAD<br>Üniversite Adı | ..... |
| İkinci Tez<br>Danışmanı | Unvan Ad SOYAD<br>Üniversite Adı |       |

Enstitü Yönetim Kurulunun  
.../.../.... tarih ve ..... sayılı  
kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

**Prof. Dr. Saltuk Buğrahan CEYHUN**

**Enstitü Müdürü**

Bu çalışma ..... (örn. BAP, DPT, Tübitak 1001, v.s.) projeleri kapsamında desteklenmiştir.

Proje No:

(Bir projeye desteklenmeyen tezlerde bu bölüm silinecektir)

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Tez türünü giriniz. Ör. Yüksek Lisans veya Doktora Tezi olarak Danışmanın Ünvanı Adı Soyadı danışmanlığında sunulan “Tezin başlığını girmek için tıklayın” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

| Tez Bölümleri                   | Tezin Benzerlik Oranı (%) | Maksimum Oran (%) |
|---------------------------------|---------------------------|-------------------|
| Giriş                           | 13                        | 30                |
| Kuramsal Temeller               | 0                         | 30                |
| Materyal ve Yöntem              | 27                        | 35                |
| Araştırma Bulguları ve Tartışma | 3                         | 20                |
| Sonuç ve Öneriler               | 0                         | 20                |
| Tezin Geneli                    | 10                        | 25                |

**Not:** Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

|                                     |
|-------------------------------------|
| <b>Tez Yazarı (Öğrenci)</b>         |
| Mohammad Rasoul Taraghikhah         |
| Tarih girmek için burayı tıklayınız |
| İmza:                               |

|                                     |
|-------------------------------------|
| <b>Tez Danışmanı</b>                |
| Prof. Dr. Ökkeş ATICI               |
| Tarih girmek için burayı tıklayınız |
| İmza:                               |

\* Tez ile ilgili YÖKTEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun ....../....../.... tarih ve ..... sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun ....../....../.... tarih ve ..... sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

## TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışma Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sürekliliğini sağlayan Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü Başkanlığı'na katkılarından ötürü teşekkür ederim. Çalışmanın planlanmasında ve yürütülmesinde ilgi ve desteğini gördüğüm, bilgi ve birikimlerinden faydalandığım değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ökkeş ATICI'ya çok teşekkür ederim. Ayrıca çalışmalarım sürecinde her türlü yakın ilgi ve desteğini gördüğüm Sayın Prof. Dr. Cafer KÖSE'ye de çok teşekkür ederim.

Mohammad Rasoul TARAGHIKHAH

## ÖZET

### DOKTORA TEZİ

## İRAN KAYNAKLI BAZI ALLİUM TÜRLERİNİN SEKONDER METABOLİTLERİ VE ANTİOKSİDAN İLE ALLELOPATİK POTANSİYELLERİNİN ARAŞTIRILMASI

**Mohammad Rasoul TARAGHIKHAH**

**Danışman: Prof. Dr. Ökkeş ATICI**

**Amaç:** Bu çalışmada, İran'da doğal olarak yetişen *Allium eriophyllum* Boiss. (*A. longisepalum* Bertol.), *A. akaka* L. ve *A. rotundum* L. bitkilerinin gövde ve soğan kısımlarından elde edilen hekzan (Hex), diklorometan (DCM), kloroform (CHL), etilasetat (EA) ve bütanol (Büt) ekstralarının sekonder metabolitlerini analiz etmenin yanında antioksidan potansiyelleri ve allelopatik etkileri araştırılmıştır.

**Yöntem:** Bitki ekstralarının sekonder metabolit içerikleri GC/MS ile detaylı olarak analiz edilmiştir. Antioksidan kapasite kapsamında, ekstraların Ferrik Tiyosiyanat Yöntemi (FTC) ile toplam antioksidan kapasitesi, süperoksit radikali ( $O_2^{\cdot-}$ ) giderme (SAR) ve DPPH $^{\cdot}$  radikali giderme aktiviteleri tokoferol ve trolox ile kıyaslanarak değerlendirilmiştir. Allelopatik potansiyelleri ise kültür bitkileri (mısır, buğday ve fasulye) ve zararlı bir ot olan *Setaria viridis* L. üzerinde çimlenme ve saksı aşamaları olmak üzere iki aşamada incelenmiştir. Çimlenme aşamasında, 1, 5, 10, 25 ve 50 ppm konsantrasyonlardaki bitki ekstralarının tohum çimlenmesi, fide uzunluğu ve kuru ağırlık üzerindeki etkileri incelenmiştir. Saksı aşamasında ise ekstraların 50, 500 ve 1000 ppm dozlarındaki etkileri, elektrolit sızıntısı, klorofil miktarı, lipid peroksidasyonu (LPO),  $H_2O_2$  ve  $O_2^{\cdot-}$  seviyeleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** GC/MS analizleri, çalışılan *Allium* türlerinin çeşitli yağ asitleri, fenolik bileşikler, flavonoidler ve diğer biyoaktif bileşikler açısından zengin olduğunu göstermiştir. FTC ile toplam antioksidan aktivite bulguları, *A. eriophyllum* gövde kısmının EA ekstresinin en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir. SAR açısından ise, *A. eriophyllum* soğan kısmının Büt ve CHL ekstraları en yüksek aktiviteyi gösterirken, gövde kısmının EA ekstresi en düşük aktiviteyi sergilemiştir. Ekstrelerin DPPH $^{\cdot}$  radikali giderme aktivitesi bakımından, önemli farklılıklar gösterdiğini ve genel olarak yüksek DPPH $^{\cdot}$  radikali giderme aktivitesine sahip oldukları belirlenmiştir. Çimlenme aşamasında, 50 ppm dozundaki bitki ekstralarının *S. viridis* tohum çimlenmesi ve fide büyümesini belirgin şekilde inhibe ettiği, ancak kültür bitkileri üzerinde olumsuz etkilerinin olmadığı gözlenmiştir. Özütlar arasında allelopatik etkisi en yüksek olan *A. eriophyllum* Büt, *A. akaka* ve *A. rotundum*'un ise Hex özütları daha başarılı bulunmuş ve saksı aşaması uygulamalarında bu üç özütların etkileri değerlendirilmiştir. Saksı aşamasında, 50 ppm dozuna ek olarak 500 ve 1000 ppm dozları kullanılmış ve yüksek dozlarda bitkilerin stres cevabı parametrelerinin (klorofil miktarı, LPO,  $H_2O_2$  ve  $O_2^{\cdot-}$  seviyeleri) hem kültür bitkileri hem de *S. viridis* üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca aynı dozlarda *S. viridis*'te fide büyüme inhibisyonu belirgin iken, kültür bitkilerinde anlamlı bir büyüme değişikliği gözlenmemiştir.

**Sonuç:** Bu bulgular, çalışılan bitki ekstralarının özellikle yüksek konsantrasyonlarda, *S. viridis* üzerinde güçlü bir biyolojik etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, *Allium* türlerinin sekonder metabolitleri ve biyoaktif bileşiklerinin sağlık ve çevre üzerindeki potansiyel etkilerini anlamak için önemli bir temel sağlamaktadır. Çalışmamızda elde edilen ve yüksek antioksidan aktiviteye sahip olan ekstralar, farmasötik ve kozmetik ürünlerde doğal antioksidan kaynakları olarak kullanım potansiyeline sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** *Allium*, biyoaktif bileşikler, allelopati, çimlenme, antioksidan, *Setaria viridis*, buğday, mısır, fasulye.

**Temmuz 2024**

## ABSTRACT

### Ph. D. DISSERTATION

#### INVESTIGATION OF SECONDARY METABOLITES, AND ANTIOXIDANT AND ALLELOPATHIC POTENTIALS OF SOME ALLIUM SPECIES FROM IRAN

Mohammad Rasoul TARAGHIKHAH

Supervisor: Prof. Dr. Ökkeş ATICI

**Purpose:** This study aimed to analyze the secondary metabolites and investigate the antioxidant potential and allelopathic effects of hexane (Hex), dichloromethane (DCM), chloroform (CHL), ethyl acetate (EA), and butanol (But) extracts obtained from the stem and bulb parts of *Allium eriophyllum* Boiss. (*A. longisepalum* Bertol.), *A. akaka* L., and *A. rotundum* L., which naturally grow in Iran.

**Methods:** The secondary metabolite contents of the plant extracts were analyzed in detail using GC/MS. In terms of antioxidant capacity, the total antioxidant capacity of the extracts was evaluated using the Ferric Thiocyanate Method (FTC), and the superoxide radical ( $O_2^{\cdot-}$ ) scavenging (SAR) and DPPH• radical scavenging activities by comparing with tocopherol and trolox. The allelopathic potential was examined in two stages: germination and pot stages, using crop plants (corn, wheat, and beans) and the weed *Setaria viridis* L. During the germination stage, the effects of the plant extracts at concentrations of 1, 5, 10, 25, and 50 ppm on seed germination, seedling length, and dry weight were investigated. In the pot stage, the effects of the extracts at doses of 50, 500, and 1000 ppm were evaluated using parameters such as electrolyte leakage, chlorophyll content, lipid peroxidation (LPO),  $H_2O_2$ , and  $O_2^{\cdot-}$  levels.

**Findings:** GC/MS analyses revealed that the studied *Allium* species are rich in various fatty acids, phenolic compounds, flavonoids, and other bioactive compounds. The findings of the FTC total antioxidant activity indicated that the EA extract of the stem part of *A. eriophyllum* had the highest antioxidant activity. In terms of SAR, the But and CHL extracts of the bulb part of *A. eriophyllum* showed the highest activity, while the EA extract of the stem part showed the lowest activity. The DPPH• radical scavenging activity of the extracts showed significant differences, with generally high DPPH• radical scavenging activity. In the germination stage, it was observed that the 50 ppm dose of the plant extracts significantly inhibited the seed germination and seedling growth of *S. viridis*, but had no adverse effects on the crop plants. Among the extracts, the But extract of *A. eriophyllum* and the hexane extracts of *A. akaka* and *A. rotundum* were found to have the highest allelopathic effects, and the effects of these three extracts were evaluated in the pot stage applications. In the pot stage, in addition to the 50 ppm dose, 500 and 1000 ppm doses were used, and it was determined that high doses had adverse effects on stress response parameters (chlorophyll content, LPO,  $H_2O_2$ , and  $O_2^{\cdot-}$  levels) in both crop plants and *S. viridis*. Moreover, at the same doses, significant seedling growth inhibition was observed in *S. viridis*, while no significant growth changes were observed in the crop plants.

**Results:** These findings suggest that the studied plant extracts, especially at high concentrations, could have a strong biological effect on the studied weed. Additionally, the extracts with high antioxidant activity could be used as natural antioxidant sources in pharmaceutical and cosmetic products. The study provides an important foundation for understanding the potential health and environmental effects of the secondary metabolites and bioactive compounds of the *Allium* species.

**Keywords:** *Allium*, bioactive compounds, allelopathy, germination, antioxidant, *Setaria viridis*, wheat, maize, bean.

July 2024

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                   |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------|
| KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....                                                       | i    |
| ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU .....                                        | ii   |
| TEŞEKKÜR .....                                                                    | iii  |
| ÖZET .....                                                                        | iv   |
| ABSTRACT .....                                                                    | v    |
| İÇİNDEKİLER.....                                                                  | vi   |
| TABLolar DİZİNİ.....                                                              | viii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                                             | x    |
| GİRİŞ.....                                                                        | 1    |
| KAYNAK ÖZETLERİ.....                                                              | 14   |
| MATERYAL ve YÖNTEMLER .....                                                       | 22   |
| Yararlanılan Alet ve Cihazlar.....                                                | 22   |
| Bitki Materyallerinin Toplanması .....                                            | 23   |
| Bitki Özütlerinin Ekstraksiyonu.....                                              | 28   |
| Sekonder Metabolitlerin Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesi .....            | 30   |
| Ferrik tiyosiyanat (FTC) metoduna göre toplam antioksidan (TAS) durumu .....      | 30   |
| Süperoksit anyonu ( $O_2^-$ ) radikali giderme aktivitesi tayini .....            | 33   |
| DPPH* radikali giderme aktivitesi tayini .....                                    | 35   |
| Bitki Özütleri Kimyasal İçeriklerinin GC-MS ile Analizi .....                     | 36   |
| Çimlenme Aşamasında Yapılan Deneyler .....                                        | 37   |
| Tohumlarının çimlenme yüzdesi, bitki uzunluğu ve kuru ağırlığı belirlenmesi ..... | 37   |
| Kök-gövde uzunluğu ve kuru ağırlık belirleme .....                                | 38   |
| Saksı Aşamasında Yapılan Deneyler .....                                           | 39   |
| Hücre zarındaki elektrolit sızıntı miktarının belirlenmesi (canlılık testi) ..... | 39   |
| Klorofil miktarı tayini .....                                                     | 39   |
| Lipid peroksidasyonu (LPO) seviyesinin belirlenmesi .....                         | 40   |
| Hidrojen peroksit miktarının belirlenmesi .....                                   | 41   |
| İstatistik Analiz .....                                                           | 42   |
| ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....                                             | 43   |
| Bitkilerin Ekstrakt (Özüt) Verimleri .....                                        | 43   |
| Çalışılan Özütlerin Antioksidan Kapasitelerine Ait Bulgular.....                  | 45   |

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Ferrik tiyosiyanat (FTC) metoduna göre toplam antioksidan kapasitesi bulguları..... | 46  |
| Süperoksit ( $O_2^{\cdot-}$ ) radikali giderme aktivitesi bulguları.....            | 52  |
| DPPH $^{\cdot}$ radikali giderme aktivitesi bulguları .....                         | 56  |
| Özütlerin GC-MS Analizine Ait Bulgular .....                                        | 59  |
| <i>Allium eriophyllum</i> özütlerine ait GC-MS bulguları.....                       | 60  |
| <i>Allium akaka</i> özütlerine ait GC-MS bulguları .....                            | 68  |
| <i>Allium rotundum</i> özütlerine ait GC-MS bulguları .....                         | 74  |
| Bitki Özütlerinin Allelopatik Etkilerine Ait Bulgular.....                          | 80  |
| Çimlenme aşaması çalışmalarından elde edilen bulgular .....                         | 81  |
| Saksı aşamasında yapılan deneylerden ele edilen bulgular.....                       | 90  |
| Hücre zarlarında elektrolit sızıntı (canlılık testi) bulguları .....                | 91  |
| Klorofil miktarına ait bulgular .....                                               | 92  |
| Lipid peroksidasyon (LPO) seviyesi bulguları .....                                  | 97  |
| Hidrojen peroksit miktarı bulguları.....                                            | 100 |
| SONUÇ ve ÖNERİLER .....                                                             | 103 |
| KAYNAKLAR.....                                                                      | 105 |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                                                       | 114 |
| EKLER .....                                                                         | 115 |
| Tez kapsamında yapılan makale .....                                                 | 115 |

## TABLÖLAR DİZİNİ

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 1.</b> <i>Allium</i> türlerine ait gövde ve soğanlarından elde edilen özütlerin %verimi..... | 44 |
| <b>Tablo 2.</b> <i>A. eriophyllum</i> gövde hekzan özütüne ait bileşikler.....                        | 63 |
| <b>Tablo 3.</b> <i>A.eriophyllum</i> soğan hekzan özütüne ait bileşikler. ....                        | 63 |
| <b>Tablo 4.</b> <i>A. eriophyllum</i> gövde diklorometan özütüne ait bileşikler.....                  | 64 |
| <b>Tablo 5.</b> <i>A. eriophyllum</i> soğan diklorometan özütüne ait bileşikler. ....                 | 64 |
| <b>Tablo 6.</b> <i>A. eriophyllum</i> gövdesindeki kloroform özütüne ait bileşikler. ....             | 65 |
| <b>Tablo 7.</b> <i>A. eriophyllum</i> soğanının kloroform özütüne ait bileşikler .....                | 65 |
| <b>Tablo 8.</b> <i>A. eriophyllum</i> gövdesinin etilasetat özütüne ait bileşikler. ....              | 66 |
| <b>Tablo 9.</b> <i>A.eriophyllum</i> soğanındaki etilasetat özütüne ait bileşikler. ....              | 66 |
| <b>Tablo 10.</b> <i>A. eriophyllum</i> soğanının Bütanol özütüne ait bileşikler.....                  | 67 |
| <b>Tablo 11.</b> <i>A.eriophyllum</i> gövdesindeki Bütanol özütüne ait bileşikler.....                | 67 |
| <b>Tablo 12.</b> <i>A. akaka</i> gövdesi hekzan özütüne ait bileşikler.....                           | 69 |
| <b>Tablo 13.</b> <i>A. akaka</i> soğanı hekzan özütüne ait bileşikler.....                            | 69 |
| <b>Tablo 14.</b> <i>A. akaka</i> gövdesi diklorometan özütüne ait bileşikler.....                     | 70 |
| <b>Tablo 15.</b> <i>A. akaka</i> soğanı diklorometan özütüne ait bileşikler.....                      | 70 |
| <b>Tablo 16.</b> <i>A. akaka</i> gövdesi kloroform özütüne ait bileşikler.....                        | 71 |
| <b>Tablo 17.</b> <i>A. akaka</i> soğanı kloroform özütüne ait bileşikler.....                         | 71 |
| <b>Tablo 18.</b> <i>A. akaka</i> gövdesi etilasetat özütüne ait bileşikler.....                       | 72 |
| <b>Tablo 19.</b> <i>A. akaka</i> soğanı etilasetat özütüne ait bileşikler.....                        | 72 |
| <b>Tablo 20.</b> <i>A. akaka</i> gövdesi bütanol özütüne ait bileşikler.....                          | 73 |
| <b>Tablo 21.</b> <i>A. akaka</i> soğanı bütanol özütüne ait bileşikler.....                           | 73 |
| <b>Tablo 22.</b> <i>A. rotundum</i> gövdesi hekzan özütüne ait bileşikler.....                        | 76 |
| <b>Tablo 23.</b> <i>A. rotundum</i> soğanı hekzan özütüne ait bileşikler.....                         | 76 |
| <b>Tablo 24.</b> <i>A. rotundum</i> gövdesi diklorometan özütüne ait bileşikler.....                  | 77 |
| <b>Tablo 25.</b> <i>A. rotundum</i> soğanı diklorometan özütüne ait bileşiler.....                    | 77 |
| <b>Tablo 26.</b> <i>A.rotundum</i> gövdesi kloroform özütüne ait bileşikler.....                      | 77 |
| <b>Tablo 27.</b> <i>A. rotundum</i> soğanı kloroform özütüne ait bileşikler.....                      | 78 |
| <b>Tablo 28.</b> <i>A. rotundum</i> gövdesi etilasetat özütüne ait bileşikler.....                    | 78 |
| <b>Tablo 29.</b> <i>A. rotundum</i> soğanı etilasetat özütüne ait bileşikler.....                     | 78 |
| <b>Tablo 30.</b> <i>A. rotundum</i> gövdesi bütanol özütüne ait bileşikler.....                       | 79 |
| <b>Tablo 31.</b> <i>A. rotundum</i> soğanı bütanol özütüne ait bileşikler.....                        | 79 |

|                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 32.</b> <i>Allium</i> türleri özütlerinin <i>Setaria viridis</i> çimlenmesine etkisi (%). Aynı harfler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p<0,05$ ).....                                                                            | 83 |
| <b>Tablo 33.</b> <i>Allium</i> türleri özütlerinin <i>Setaria viridis</i> fidelerinde kuru ağırlık (gr) üzerine etkisi. Aynı harfler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p<0,05$ ).....                                                       | 85 |
| <b>Tablo 34.</b> <i>Allium</i> türleri özütlerinin <i>Setaria viridis</i> fidelerinde bitki uzunluğu (cm) üzerine etkisi. Aynı harfler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p<0,05$ ). ....                                                    | 87 |
| <b>Tablo 35.</b> Özütlerin (50 ppm), çimlenen bitki tohumlarında kök ve gövde uzunluğu ile kuru ağırlık üzerine etkisi. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p<0,05$ ). $\pm$ standart hatayı gösterir. .... | 89 |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1. Bitki sekonder metabolitleri sentez yolları .....                                                                                                                    | 3  |
| Şekil 2. <i>Allium rotundum</i> ’a ait fotoğraflar.. .....                                                                                                                    | 8  |
| Şekil 3. <i>Allium akaka</i> ’ya ait fotoğraflar.. .....                                                                                                                      | 10 |
| Şekil 4. <i>Allium eriophyllum</i> ’a ait fotoğraflar.....                                                                                                                    | 11 |
| Şekil 5. <i>Allium eriophyllum</i> ; bitkinin yeni toplanmış (A), herbaryum yapılmış (B), soğanı (C) ve tanımlama sonrasındaki görüntüsü (D). .....                           | 24 |
| Şekil 6. <i>Allium akaka</i> ; bitkinin yeni toplanmış (A), herbaryum yapılmış (B), doğal ortamdaki durumu (C) ve soğanlarının (D) görüntüsü. ....                            | 25 |
| Şekil 7. <i>Allium rotundum</i> ; bitkinin doğal ortamdaki durumu (A), herbaryum yapılmış (B), yeni toplanmış soğanları (C), doğal ortamdaki çiçeklerinin görüntüsü (D). .... | 26 |
| Şekil 8. <i>Setaria viridis</i> bitkisinin tarafımızdan yapılmış herbaryum örneği ve tohumları. ....                                                                          | 27 |
| Şekil 9. Fasulye (COS16) (A), Buğday (Mihaan) (B) ve Mısır (KSC301) tohumları (C).....                                                                                        | 27 |
| Şekil 10. <i>Allium</i> türlerine ait örneklerin ekstraksiyonunu yapmak için hazırlaması.....                                                                                 | 28 |
| Şekil 11. Çözelti ekstraksiyonu aşamalarından örnekler. ....                                                                                                                  | 30 |
| Şekil 12. FTC’ye göre Trolox ile çalışılan standart (10. saat). ....                                                                                                          | 31 |
| Şekil 13. FTC’ye göre Trolox ile çalışılan standart (20. saat). ....                                                                                                          | 32 |
| Şekil 14. FTC’ye göre Tokoferol ile çalışılan standart (10. saat). ....                                                                                                       | 32 |
| Şekil 15. FTC’ye göre Tokoferol ile çalışılan standart (20. saat). ....                                                                                                       | 32 |
| Şekil 16. Süperoksit anyonu radikali giderme aktivitesi standart grafiği (Tokoferol). ....                                                                                    | 34 |
| Şekil 17. Süperoksit anyonu radikali giderme aktivitesi standart grafiği (Trolox). ....                                                                                       | 34 |
| Şekil 18. DPPH’ giderme aktivitesine ait standart grafik (Trolox). ....                                                                                                       | 35 |
| Şekil 19. DPPH’ giderme aktivitesine ait standart grafik (Tokoferol). ....                                                                                                    | 36 |
| Şekil 20. <i>A. eriophyllum</i> etilasetat özütüne ait GC-MS kromatogramı.....                                                                                                | 37 |
| Şekil 21. <i>A. eriophyllum</i> kloroform özütüne ait GC-MS kromatogramı.....                                                                                                 | 37 |
| Şekil 22. H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> miktarının belirlenmesine ait standart grafik. ....                                                                                   | 42 |
| Şekil 23. <i>A. eriophyllum</i> özütlerinin FTC metoduna göre 10. saat tokoferol eşdeğeri antioksidan aktiviteleri. ....                                                      | 46 |
| Şekil 24. <i>A. eriophyllum</i> özütlerinin FTC metoduna göre 20. saat tokoferol eşdeğeri antioksidan aktiviteleri.. ....                                                     | 46 |
| Şekil 25. <i>A. akaka</i> özütlerinin FTC metoduna göre 10. saat tokoferol eşdeğeri antioksidan aktiviteleri.. ....                                                           | 47 |

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 26.</b> <i>A. akaka</i> özütlerinin FTC metoduna göre 20. saat tokoferol eşdeğeri antioksidan aktiviteleri..                | 47 |
| <b>Şekil 27.</b> <i>A. rotundum</i> özütlerinin FTC metoduna göre 10. saat tokoferol eşdeğeri antioksidan aktiviteleri..             | 48 |
| <b>Şekil 28.</b> <i>A. rotundum</i> özütlerinin FTC metoduna göre 20. saat tokoferol eşdeğeri antioksidan aktiviteleri..             | 48 |
| <b>Şekil 29.</b> <i>A. eriophyllum</i> özütlerinin FTC metoduna göre 10. saat trolox eşdeğeri antioksidan aktiviteleri..             | 49 |
| <b>Şekil 30.</b> <i>A. eriophyllum</i> özütlerinin FTC metoduna göre 20. saat trolox eşdeğeri antioksidan aktiviteleri..             | 50 |
| <b>Şekil 31.</b> <i>A. akaka</i> özütlerinin FTC metoduna göre 10. saat trolox eşdeğeri antioksidan aktiviteleri..                   | 50 |
| <b>Şekil 32.</b> <i>A. akaka</i> özütlerinin FTC metoduna göre 20. saat trolox eşdeğeri antioksidan aktiviteleri..                   | 51 |
| <b>Şekil 33.</b> <i>A. rotundum</i> özütlerinin FTC metoduna göre 10. saat trolox eşdeğeri antioksidan aktiviteleri..                | 51 |
| <b>Şekil 34.</b> <i>A. rotundum</i> özütlerinin FTC metoduna göre 20. saat trolox eşdeğeri antioksidan aktiviteleri..                | 52 |
| <b>Şekil 35.</b> <i>A. eriophyllum</i> özütlerinin tokoferol eşdeğerine göre SAR giderme aktiviteleri. ....                          | 53 |
| <b>Şekil 36.</b> <i>A. akaka</i> özütlerinin tokoferol eşdeğerine göre SAR giderme aktiviteleri.. .....                              | 53 |
| <b>Şekil 37.</b> <i>A. rotundum</i> özütlerinin tokoferol eşdeğerine göre SAR giderme aktiviteleri.. .....                           | 54 |
| <b>Şekil 38.</b> <i>A. eriophyllum</i> özütlerinin trolox eşdeğerine göre SAR giderme aktiviteleri.....                              | 54 |
| <b>Şekil 39.</b> <i>A. akaka</i> özütlerinin trolox eşdeğerine göre SAR giderme aktiviteleri.. .....                                 | 55 |
| <b>Şekil 40.</b> <i>A. rotundum</i> özütlerinin trolox eşdeğerine göre SAR giderme aktiviteleri.. .....                              | 55 |
| <b>Şekil 41.</b> <i>A. eriophyllum</i> farklı dozdaki özütlerinin trolox eşdeğerine göre DPPH radikali giderme aktiviteleri. ....    | 56 |
| <b>Şekil 42.</b> <i>A. akaka</i> farklı dozdaki özütlerinin trolox eşdeğerine göre DPPH radikali giderme aktiviteleri. ....          | 57 |
| <b>Şekil 43.</b> <i>A. rotundum</i> farklı dozdaki özütlerinin trolox eşdeğerine göre DPPH radikali giderme aktiviteleri.. .....     | 57 |
| <b>Şekil 44.</b> <i>A. eriophyllum</i> farklı dozdaki özütlerinin tokoferol eşdeğerine göre DPPH radikali giderme aktiviteleri. .... | 58 |
| <b>Şekil 45.</b> <i>A. akaka</i> farklı dozdaki özütlerinin tokoferol eşdeğerine göre DPPH radikali giderme aktiviteleri.. .....     | 58 |

|                                                                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Şekil 46.</b> <i>A. rotundum</i> farklı dozdaki özütlerinin tokoferol eşdeğerine göre DPPH radikali giderme aktiviteleri. ....                                       | 59  |
| <b>Şekil 47.</b> Çalışılan özütlerin saksı aşamasında 1000 ppm konsantrasyonda uygulamaları.....                                                                        | 90  |
| <b>Şekil 48.</b> Çalışılan özütlerin 50, 500 ve 100 ppm konsantrasyonda bitkilerde klorofil-a miktarı üzerine etkileri.....                                             | 94  |
| <b>Şekil 49.</b> Çalışılan özütlerin 50, 500 ve 100 ppm konsantrasyonda bitkilerde klorofil-b miktarı üzerine etkileri.....                                             | 95  |
| <b>Şekil 50.</b> Çalışılan özütlerin 50, 500 ve 100 ppm konsantrasyonda bitkilerde toplam klorofil miktarı üzerine etkileri.. ....                                      | 96  |
| <b>Şekil 51.</b> Çalışılan özütlerin 50, 500 ve 100 ppm konsantrasyonda <i>Setaria viridis</i> bitkisinde MDA içeriği üzerine etkileri. ....                            | 98  |
| <b>Şekil 52.</b> Çalışılan özütlerin 50, 500 ve 100 ppm konsantrasyonda bitkilerde MDA içeriği üzerine etkileri.....                                                    | 99  |
| <b>Şekil 53.</b> Çalışılan özütlerin 50, 500 ve 100 ppm konsantrasyonda <i>Setaria viridis</i> bitkisinde H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> içeriği üzerine etkileri.. .... | 101 |
| <b>Şekil 54.</b> Çalışılan özütlerin 50, 500 ve 100 ppm konsantrasyonda kültür bitkilerinde H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> içeriği üzerine etkileri.. ....               | 102 |

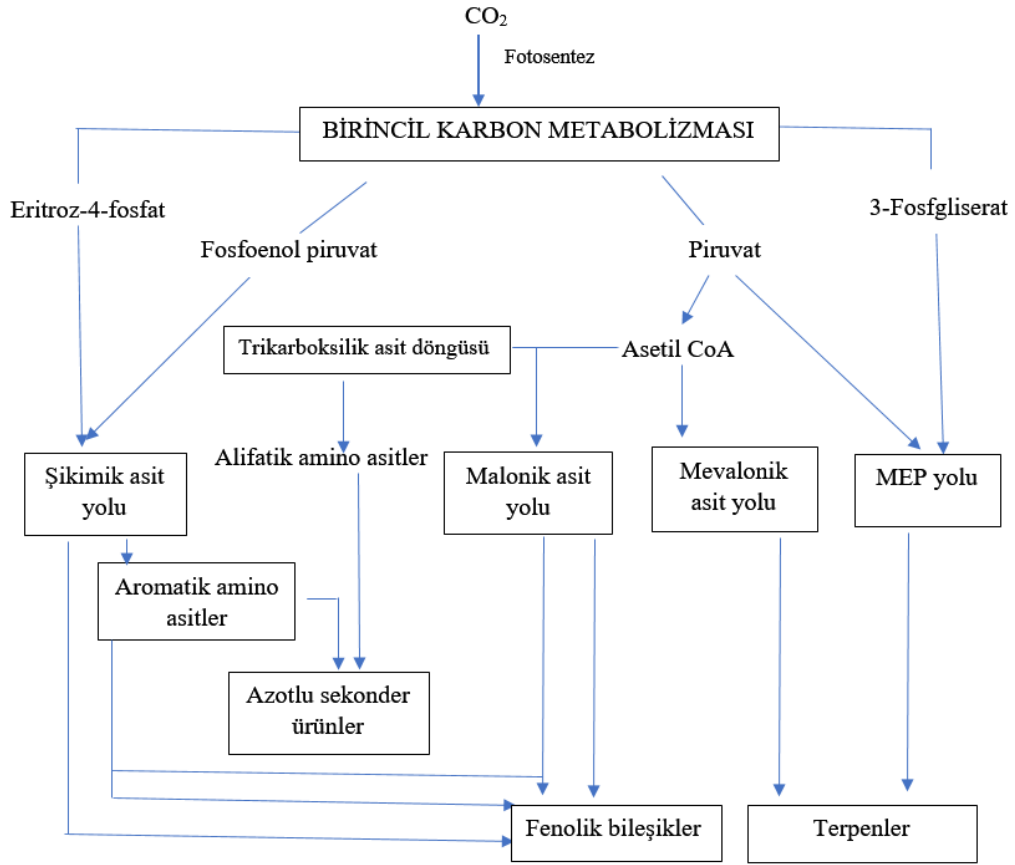
## GİRİŞ

Günümüzde yüzlerce sentetik kimyasal zirai ilaç tarımsal alanlarda yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Zirai zararlılara karşı sentetik herbisit, pestisit, fungusit vb. kimyasal bileşiklerle yapılan mücadele, ürünlere ve toprağa verdiği zarardan dolayı tarımsal açıdan büyük problemlere neden olmaktadır. Ayrıca, bu tip sentetik kimyasalların geniş çapta kullanılması, başta çevre kirliliği ve insan sağlığı açısından büyük bir sorun haline gelmiştir. Bu sentetik kimyasallara karşılık, bitkilerde doğal olarak üretilen sekonder metabolitler (veya allelokimyasallar) olarak bilinen bileşikler bulunmaktadır. Bu bileşiklerin ekosistemde biyolojik parçalanmalarının kolay ve parçalanma ürünlerinin de genelde toksik olmamasından dolayı hem tüketiciler hem de çevre için daha sağlıklı ve güvenilirdirler. Son yıllarda bitki fizyologları bu tip kimyasalları üreten yabani ve kültür bitkilerini inceleme ve bitkilerdeki bu doğal sekonder kimyasalları elde edip uygulama yollarını araştırmaktadırlar. Günümüzde bitkilerden üretilen bu tarzdaki kimyasal bileşikler, biyolojik kontrol amacıyla veya organik tarım açısından doğal herbisit, pestisit ve fungusit vb. amaç için yoğun olarak kullanılmakta veya kullanılmaları önerilmektedir (Vyvyan 2002; Singh *et al.* 2003; Weston and Duke 2003).

Allelopati sözcüğü ilk kez Molisch isimli bir Alman araştırmacı tarafından 1937 yılında kullanılmıştır. Bu sözcük Yunanca ‘allelon’ başkası anlamına ve ‘pathos’ zarar ve bir bitkinin diğerine olan olumsuz etkileri anlamına gelen kelimeden oluşmuştur. Bu sözcüğün günümüzde genel olarak tanınan ve kabul edilen kavramı, bir bitkinin çevresinde doğal olarak gelişen diğer bitkilere zarar verici veya fayda sağlayıcı etkileri olarak kabul edilir. Kimileri tarafından bu sözcük bitki dışındaki diğer canlıları da kapsama alarak daha geniş anlamda kullanılmaktadır (Weston and Duke 2003; Macias 2004; Kocaçalışkan 2004; Willis 2007). Allelopati bazı bitkilerin, alglerin, bakterilerin, mercanların ve mantarların karakteristik özelliğidir. Allelopatik etkileşimler türlerin dağılımını ve bolluğunu belirlemede önemli bir faktördür (Al-Shatti *et al.* 2014). Çoğu bitki rekabet için allelokimyasal bileşiklerden yararlanarak diğer bitkilerin çimlenme, büyüme ve verimini engellemektedir. Allelopatik etkileri ortaya çıkaran kimyasal bileşiklere allelokimyasal denir. Allelopati, bir türün diğer türlere karşı kimyasal önlenmesine neden olmaktadır. Önleyici kimyasal madde bir bitki tarafından ortamda yayılarak çevredeki bitkilerin büyüme ve gelişmesini etkilemektedir (Weston and Duke 2003; Macias 2004; Kocaçalışkan 2004; Willis 2007).

Allelopati olayı doğada binler, hatta milyonlarca sene önceden de vardı, bununla birlikte bu olayın insanoğlu tarafından tanınması, incelemesi ve üzerinde bilimsel araştırmalar yapılması geçtiğimiz yüzyılda başlamış ve giderek yoğunluk kazanmıştır. Günümüze kadar çevresine kimyasal madde (allelokimyasal) salarak yakın veya uzak çevresindeki bitki ve hayvanları etkileyen birçok bitki belirlenmiştir (allelopatik etkileşim). Bunlar içerisinde kültürü yapılan bitkilerin yanında yabani ve hatta tarım açısından zararlı bitkiler de tespit edilmiştir (Kocaçalışkan 2004; Willis 2007). Kültürü yapılan bitkiler içerisinde en önemlileri ve en çok araştırılanları ceviz, pirinç, yonca, arpa ve turpgil turpgillerdir. Ceviz ağacı yapraklarının, juglon (5-hidroksi naftakinon); yonca kök ve yapraklarının saponin (medikagenik asit glikozitleri); pirinç, arpa ve turpgillerin ise bazı önemli fenolik bileşikler çevreye yaydıkları bulunmuştur. Bu bitkilerin salgıladıkları allelokimyasalların, çevrelerindeki birçok bitkinin gelişmesini olumsuz veya olumlu etkilediği belirlenmiştir (Macias *et al.* 1999, Mutlu and Atıcı 2009). Bunlara ilave olarak bazı yabani bitkilerde de önemli allelokimyasallar tespit edilmiş ve bunların etkileri çalışılmıştır. Örneğin, *Asparagus*, *Mimosa*, *Macaranga*, *Mustard* ve *Nemesia strumosa* bitkilerinde herbisit, pestisid ve fungusit olarak kullanılabilecek allelokimyasallar belirlenmiştir (Vyvyan 2002, Noguchi 2003, Singh *et al.* 2003). Allelokimyasal maddeler bitkilerin yaprak, çiçek, kök, meyve veya gövdelerinde bulunabilir. Ayrıca toprak ortamında da bulunabilmektedir. Hedef olan türler ise çeşitli yollarla bu bileşiklerden etkilenmektedir. Bazı bitkisel allelokimyasallar hayvanları da etkilemektedir, fakat bu gibi etkiler konusunda daha az bilgi bulunmaktadır (Kocaçalışkan 2004; Willis 2007).

Allelopatik etkileşim esnasında üretilen allelokimyasallar, aslında bitkilerde sekonder metabolizmanın ürünü olan **sekonder metabolitler** olarak değerlendirilirler. Sekonder metabolitler, bitkinin temel yaşamsal işlevleri ile doğrudan ilişkisi olmayan, buna karşılık en az bitkinin yaşamsal işlevleri ile doğrudan ilişkili **primer metabolitler** (nükleik asitler, proteinler, lipidler ve karbohidratlar) kadar önemli olan kimyasal maddelerdir. İlave olarak sekonder metabolitler çok geniş çeşitlilikte üretilen doğal organik bileşiklerdir. Primer metabolitlerden farklı olarak, bir sekonder metabolit bir familya, bir cinse ve hatta bir bitki türüne özgü olabilmektedir. Bu bileşikler genelde bitki savunma ve adaptasyon sisteminin ana unsurunu oluşturmaktadır. Bitki sekonder metabolitleri (BSM) üç ana gruba ayrılır. Bunlar; **Terpenler**, **Fenolik Bileşikler** ve **Azot İçeren Bileşikler** olarak değerlendirilir. BSM son dönemlerdeki en popüler araştırma konularından biri olmuştur, fakat bunların biyolojik ve fitokimyasal ekstraksiyon konusu daha zorlu bir çalışma alanıdır. Şekil 1, bitki sekonder metabolitlerinin genel bir sentez şemasını göstermektedir (Taiz and Zeiger 2002).



**Şekil 1.** Bitki sekonder metabolitleri sentez yolları (Taiz and Zeiger 2002)

Bitkinin sekonder metabolitleri terpenler içinde bulunan uçucu yağlar (esansiyel yağlar), ilaç ve gıda sektörü, parfümeri ve yemeklerin aromalandırılması gibi geniş çapta kullanılmaktadır. Sekonder metabolitler içinde fenolik bileşikler ise güçlü antioksidan, pestisidal, herbisidal ve antiviral özellikler taşır. İlave olarak, kanser hücrelerinin çoğalmasını engellediğinden, vaskülarizasyon düşürdüğünden, oksidatif strese karşı sinir sistemini koruduğundan ve insülin salgılanmasını düzenleyici özellikler taşıdığından ayrıca önem arz eder. Polifenoller, antioksidantlar olarak görev yapan kimyasal gruplar olup, serbest radikallerin DNA ve lipidlere olan zararlarından hücre zarı ve içeriğini korumaktadır. Ayrıca antibakteriyel etkiye sahip olup, iltihap, alerji, kan pıhtılaşması ve antiartrojeni karşı da koruyucu etkisi olduğu bilinmektedir. Son zamanlarda beslenme üzerinde yapılan araştırmalar, polifenollerin yağ ve nişastayı çözen sindirim enzimlerinin önleyebilmesiyle kalori alımı, şeker kontrolü ve kilo almada olumlu etkileri olduğunu ortaya koymuştur (Taiz and Zeiger 2002; Brewer 2011; Berdimurodov *et al.* 2024).

Allelopatik bitkiler var olan kaynakların diğer bitkiler tarafından tüketilmesini engelleyerek, büyüme ve gelişme sınırlarını artırmakta ve yeni yayılış alanları oluşturmaktadırlar. Allelopatik bitkilerin bir diğer kabiliyetleri, yaşadığı ortamı kontrol edebilmeleridir. Ceviz (*Juglans nigra* L.) en tanınmış allelopatik bitkilerden birisidir. Cevizde

zehirlenme ve solunumu engelleyen kimyasal etken juglondur (Hejl *et al.* 1993). Biber, patlıcan ve domates gibi *Solanaceae* familyası üyeleri bu maddeye çok duyarlıdırlar. Bu bitkiler allelotoksinlere maruz kaldıkları zaman solma, kloroz ve son olarak da ölme belirtileri görünür. Bazı bitkiler ise böyle değişimlere hassas olmayıp ve ifade edilen kayda etkiler bitkilerin tamamında görünmemektedir. Örneğin, limon, bakla, pancar, havuç, mısır, kiraz, ahududu ve menekşe vb. türlerin juglona karşı dayanıklı oldukları bilinmektedir. Biber ve domates gibi *Solanaceae* familyasına ait türler juglona daha duyarlıdır. Belli bitki türleri sağlıklı ortamlarda, çeşitli allelotoksin ve laboratuvar ekipmanlarıyla incelenmektedir (Kocaçalışkan 2004; Mukerji 2006; Willis 2007).

Bitkiler allelokimyasal maddelere maruz kaldığında çimlenme, büyüme ve gelişmeleri etkilenmektedir. Kolaylıkla görünebilen etkiler; çimlenmede inhibisyon veya gecikme, tohumlarda koyulaşma ve şişkinlik, kök, gövde, koleoptil gelişiminde azalma, kök uçlarının şişmesi veya nekroze olması, kök sisteminde buruşma veya halkalaşma, kuru madde ve üretim kapasitesinin azalmasıdır. Bu anormal morfolojik etkiler, bitkilerde sitolojik ve moleküler düzeydeki ilk değişiklikler, aşağı yönlü allelokimyasal etkilere sahip olabilir. Allelopatiyi incelemenin en iyi yollardan biri, doğada onu ortaya çıkan etmenlerin belirtileridir (Inderjit *et al.* 2008; Zeng *et al.* 2008).

Allelokimyasalların, duyarlı bitkiler üzerine etkisi laboratuvar veya seralarda da kolaylıkla incelenebilmektedir. Deneme için çimlenme testleri daha kolay ve masrafı da daha azdır. Allelotoksinler mevcut olduğunda genelde tohumlar çimlenmez veya anormal çimlenmeye eşlik eden çimlenme zamanının oldukça uzaması görülebilmektedir. Bu bitkiler klorotik (soluk, sarı veya sarı-beyaz) olup sonuçta allelotoksinlerinden dolayı ölmektedir (Inderjit *et al.* 2008; Zeng *et al.* 2008).

Allelokimyasal maddelerin etki mekanizması özetle şöyledir (Weston and Duke 2003; Kocaçalışkan 2004; Willis 2007):

- a) Hücre bölünmesi ve uzamasını engellemek,
- b) Oksin veya giberellin etkisini engellemek,
- c) Fotosentezi yavaşlatmak,
- d) Solunumu uyarmak veya önlemek,
- e) Stoma mekanizmasını tahrik etmek veya engellemek,
- f) Organik asitlerin metabolizma ve protein sentezini önlemek,
- g) Hücre zarı geçirgenliğinde değişiklik,
- h) Spesifik enzimlerin (antioksidan) faaliyetlerini engellemektir.

*Allium*, tüm dünyaya dağılmış yaklaşık 900 türü ile en büyük monokotiledon cinslerinden biridir. Aynı zamanda çeşitli tıbbi ve yenilebilir bitkileri içeren en önemli cinslerden biridir. Çeşitli *Allium* türleri antik çağlardan beri bilinmektedir ve baharat, sebze ve tıbbi bitki olarak kullanılmaktadır. *Allium cepa* (mutfak soğanı) ve *Allium sativum* (sarımsak), terapötik özelliklerinden dolayı yaygın olarak kullanılan en önemli türleri arasındadır. Çalışmalar, *Allium* cinsinin birçok üyesini, biyolojik aktivitelerine katkıda bulunan zengin ikincil metabolit kaynağı olarak ortaya koymuştur. Flavonoidler, alkaloidler, sülfidler, saponinler, polisakkaritler, polifenoller ve sistein amino asitleri içeren kükürtün çeşitli bileşikler dahil olmak üzere çok çeşitli fitokimyasallar bu bitkilerin ana bileşenleri olarak tanımlanmıştır. Birçok *Allium* türünün antioksidan ve anti-kanserojen özellikleri dünya çapında doğrulanmıştır. *Allium* türlerinin soğan (bulb) ve gövdelerinin antifungal ve antimikrobiyal aktiviteleri bildirilmiştir. Ek olarak, bu cinsten türler antibakteriyel, antiviral, antifungal ve anti-diyabetik potansiyeller gibi çok çeşitli biyolojik aktivitelere ve ayrıca kardiyovasküler ile bağışıklık sistemleri üzerinde faydalı etkilere sahiptir (Najeebullah *et al.* 2021).

*Allium*, Liliaceae ailesinin en önemli ve geniş yayılıma sahip cinslerinden biridir ve özellikle kuzey yarımkürede yaygın olarak dağılmıştır (Guohua *et al.* 2005). İran kaynaklı bir araştırmaya göre, *Allium* türlerinin 75'i İran'da bulunmaktadır (Mobayyen 2001). *Allium* cinsine ait metabolitler, bu bitkilerin biyolojik aktivitelerine önemli ölçüde katkı sağlar. Antioksidan, antikanserojen, antifungal, antimikrobiyal, antibakteriyel, antiviral ve anti-diyabetik özellikleri çeşitli bilimsel çalışmalarda doğrulanmıştır (Najeebullah *et al.* 2021). Ayrıca, *Allium* bitkileri kardiyovasküler ve bağışıklık sistemleri üzerinde olumlu etkiler göstermektedir. Epidemiyolojik araştırmalar, bu bitkilerin kanser, yüksek kolesterol, tip 2 diyabet, yüksek tansiyon, katarakt ve sindirim sistemi bozuklukları gibi hastalıklar üzerinde olumlu etkileri olduğunu ortaya koymuştur (Sajner *et al.* 2007). *Allium* bitkilerinin tıbbi kullanımı, eski Mısır dönemine kadar uzanmaktadır (Guohua *et al.* 2005). İçerdikleri uçucu yağlar ve çeşitli tıbbi maddeler sayesinde, eski zamanlardan beri farklı hastalıkların tedavisinde etkin bir şekilde kullanılmaktadırlar.

Bu bitkilerle ilgili ilk tıbbi bilimsel araştırmalar 19. Yüzyılın ikinci yarısında 1858'de Louis Pasteur tarafından yapılmıştır. O, sarımsağın antibakteriyel özelliğini belirlemiştir. Soğan ve sarımsak gibi çok iyi bilinen türler dışında, farklı birkaç türü beslenme amaçlı yetiştirilmektedir. Kuzey yarımkürede, Avrupa, Asya ve Amerika'da sebze olmasının yanı sıra süs bitkisi olarak da kullanıldığı için ekonomik açıdan da önemlidir. Çoğu ülkede *Liliaceae* familyasının bir kaç türü sebze, baharat ve çeşitli hastalıkların tedavisi için geleneksel ilaç olarak kullanılmaktadır (Sami *et al.* 2012). Kokulu kükürtlü bileşikler bu bitkilerin belirgin

koku ve tadına neden olmaktadır. Bu bileşikler, *Allium* bitkilerinin bilinen özelliklerine sahip aktif maddelerin kaynağıdır. Sarımsaktaki biyolojik olarak aktif antibakteriyel madde, Cavallito tarafından 1944'te alilitiyosülfinat olarak tanımlanmış ve şu anda allisin olarak bilinmektedir (Najja *et al.* 2007).

Bitkideki sekonder metabolitler özellikle meyveler, sebzeler ve otsu bitkilerde bulunan antioksidantlar, kanser, kalp ve damar hastalıklarına karşı koruyucu etkileri olduğundan giderek daha büyük önem taşımaktadır. Bitkilerden elde edilen doğal bileşenler arasında polifenoller, antioksidan ve güçlü antiviral özellikleriyle öne çıkar. Bu bileşenler, kanser hücrelerinin çoğalmasını engelleyip vaskülarizasyonu azaltarak ve oksidatif strese karşı sinir sistemini koruyarak sağlık üzerinde önemli faydalar sağlar. Ayrıca, insülin salgılanmasını teşvik ederler. Bu nedenlerle polifenoller, bitkisel bileşenler arasında özel bir öneme sahiptir. Polifenoller değerli biyolojik aktivitelerinden dolayı birçok araştırmanın konusu olup ekstrakte ve analizleriyle ilgili kaydadeğer veriler yayınlanmıştır. Bu konuda ise araştırmalar beslenme ve sağlık açısından önemli olan tarla ve bahçe bitkileri üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu bitkiler arasında da polifenol içeren *Allium* cinsi türlerinden soğan ve sarımsak daha fazla önem kazanmıştır (Dziri *et al.* 2012). Ye vd. (2012) tarafından *Allium cepa*'nın uçucu yağları üzerine yapılan araştırmada, kimyasal bileşikler GC-MS ile belirlenmiştir. Bu bileşenlerin en önemlileri; methyl 5-methyl furyl sulfide (%18.3), methyl 3,4-dimethyl-2-thienyl disulfide (%11.75) ve 1-propenyl propyl disulfide (%9.72) olmuştur. Najjaa vd. (2007)'nin *Allium roseum* üzerine yaptığı bir çalışmada ise bu türün uçucu yağlarındaki bileşenlerin bu bitkide de bulunduğunu belirlemiştir.

*Allium* uçucu yağının gıda ürünlerinin bozulmasına, içerdikleri patojenlere ve oksidatif aktiviteye karşı etkisini inceleyen bir çalışmada, Kameoka vd. (1984), *Allium fistulosum* (kış soğan) ve *Allium chinense* (Çin soğanı) bitkilerinin uçucu yağlarındaki sülfür bileşikleri ve furanonlar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bitkilerden elde edilen uçucu yağlar buhar damıtma yöntemiyle çıkarılmış ve gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS) ile analiz edilmiştir. Çalışmada, başlıca dimetil trisülfid, metilpropanal oksit ve 2,5-dimetilfuranon gibi bileşikler tespit edilmiştir. Bu bileşikler, bitkilerin karakteristik aromatik özelliklerine ve terapötik potansiyellerine katkıda bulunmaktadır. Bulgular, *Allium* türlerinin uçucu yağlarındaki spesifik bileşenlerin kimyasal yapılarını ortaya koyarak, bu bitkilerin gıda ve ilaç endüstrisindeki kullanımını desteklemektedir.

Günümüzde gıda ürünlerinin bozulmasında iki ana faktör öne çıkmaktadır; mikrobiyal büyüme ve kimyasal değişiklikler. Mikrobiyal büyüme, gıdalar üzerinde bakteriler, küfler ve mayaların üremesiyle gerçekleşir; bu mikroorganizmalar, uygun nem, sıcaklık ve pH

koşullarında hızla çoğalarak gıdaların tat, koku, renk ve dokusunu olumsuz yönde etkiler. Ayrıca, bazı patojenik mikroorganizmalar gıda zehirlenmelerine yol açabilir. Kimyasal değişiklikler ise gıda maddelerinde oksidasyon, enzimatik reaksiyonlar ve diğer kimyasal süreçlerle meydana gelir. Örneğin, yağların oksidasyonu gıdalarda acılaşmaya yol açarken, enzimatik esmerleşme meyve ve sebzelerin renginin bozulmasına neden olur. Bu faktörler, gıda ürünlerinin kalitesini ve güvenliğini tehdit eden temel etmenlerdir. Gıda ürünlerinde mikroorganizmaların çoğalması, bağırsakta bir takım sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde yaşayan nüfusun %30'u her yıl gıda ürünlerinden kaynaklanan hastalıklarla karşılaşmaktadırlar. Çevre kirliliğinin artışına paralel olarak gıda ürünlerinden kaynaklanan hastalıklarla uğraşan kişi sayısı daha da artacaktır. Antioksidanların arttırılması, gıda ürünlerinde oksidasyonu önleyen ve gıdaların bozulmasını önleyen bir mekanizmadır. Sentetik antioksidanların kullanımı kansere neden olduklarından dolayı kullanılmaları çok tavsiye edilmemektedir. Bu nedenle doğal antioksidanların bulunabilirliğine olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Antioksidantlar, insan vücudunu serbest radikallerden koruyarak çoğu hastalığın ilerleme sürecini erteleyebilmektedir. Oksidasyon olayını geciktirebilen antioksidantlar, aynı zamanda antimikrobiyal etki de gösterebilmektedir. Günümüzde insan vücudunun antibiyotik kullanmalarına direnci arttığından, bitkilerdeki antimikrobiyal bileşenlerin önemi daha da artmıştır. Uçucu yağların bir önemli yönü, gıdalara antioksidant ve antimikrobiyal olarak eklenebilmesidir. Bu yüzden, şimdiye kadar uçucu yağların antioksidant ve antibakteriyel aktivitesini incelemek için çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Zafar *et al.* 2023; Pami *et al.* 2023).

Mevcut araştırmada, çalışılan bitkiler *Liliaceae* familyası'nın *Allium* cinsine ait üç farklı türdür. Bunlar; *Allium rotundum* L., *Allium akaka* Gmelin ve *Allium eriophyllum* Boiss. (sinonimi: *Allium longisepalum* Bertol.) olarak tanımlanan bitkilerdir. Bu bitki türleri, yıllardır hem tıbbi hem de gıda amaçlı kullanılmaktadır. Bunlar, geleneksel bilgi birikimi yanında modern bilim tarafından da çeşitli sağlık yararlarıyla ilişkilendirilmiştir. Yapılan araştırmalar, bahsi geçen bu üç türün çoğunlukla antimikrobiyal ve antibakteriyel özelliklerinin araştırılmasına odaklanmıştır. Ancak yaptığımız literatür incelemesine göre, bu bitkilerin diğer özellikleri üzerinde yapılan çalışmalara pek rastlanmamıştır. Bu bitkilerle ilgili yapılan araştırmalar genellikle sadece morfolojik özelliklerine odaklanmıştır (Ebrahimzadeh *et al.* 2010; Kyung 2012). Bu türlerle ilgili bazı temel bilgiler aşağıda sunulmuştur.

*Allium rotundum* L. (Deli pırasa veya körmən): Genellikle 25 ila 80 cm uzunluğunda büyüeyebilen otsu bir bitkidir (Şekil 2). Oval veya küresel biçimdeki soğanları 1 ila 2 cm çapındadır ve dış gömleği kahverengidir. Bitki, elliye kadar 1,5 cm uzunluğunda ve yumurtamsı soğancık üretebilir; bu soğancıklar siyah, kahverengi ya da menekşe renklidir. Yaprakları 40 cm uzunluğunda, geniş ve 2 ila 5 adet arasında değişir; genellikle 2 ila 8 mm genişliğindedir. Çiçek kurulu neredeyse küresel bir yapıda olup yaklaşık iki yüz çiçek barındırır ve çapı 1 ila 4 cm arasında değişir. Çiçek sapları eşit olmayan uzunluklara sahiptir. Çiçekler genellikle leylak ila mor renkte, bazen beyaz kenarlı ve çan biçimindedir. Kapsül ise 4 ila 5 mm uzunluğundadır ve başçık sarı ya da mor renklidir (Taşcı and Koca 2015). İran, Güney ve Orta Avrupa, Kafkaslar, Orta Doğu ve Kuzey Afrika'da kuru otlaklarda, yol kenarları ve kumlu habitatlarda yetişen yaygın yabani bir bitkidir (Ferrer-Gallego and Sáez 2018). Türkiye'de ise Adana, Osmaniye, Bolu, İstanbul, Mardin, Çankır, Adıyaman, Ağrı, Ankara, Van, Erzincan ve Erzurum'da görülebilir. Eskişehir, Hatay, İzmir, Kayseri, Kırklareli, Konya, Kütahya, Kahramanmaraş, Muğla, Sivas ve Trabzon illerinde de belirlenmiştir. Pişirilerek veya çiğ olarak yemeklerde baharat olarak kullanılır. Doğu Anadolu'da Van peyniri, Korman salatası, kavrulmuş olarak Fethiye'de, Sivas Zara, Milas ve Van'da ana malzeme olarak kullanılır (Manafi and Bahreyni 1997; Taşcı and Koca 2015). Bu bitkinin soğanları antibakteriyel, antifungal, antioksidan ve antiviral etkilere sahiptir. Lesterolemik, antihipertansif, hepatoprotektif, diüretik, antitümör ve diyabetle savaştığı ve görme sorunlarını iyileştirdiği rapor edilmiştir (Taşcı and Koca 2015).



**Şekil 2.** *Allium rotundum* 'a ait fotoğraflar. A: Tez kapsamında çekilmiş (orijinal), B: internetten alınmış ([https://hsb.wikipedia.org/wiki/Kulojty\\_kobo%C5%82k](https://hsb.wikipedia.org/wiki/Kulojty_kobo%C5%82k)).

Dehpour vd. (2012) tarafından yapılan bir araştırmada, *Allium rotundum* uçucu yağlarının anti-bakteriyel özellikleri incelenmiştir. Bu araştırmada, söz konusu olan bitkinin birkaç uçucu yağı tanımlanarak farklı yoğunlukta bakteriyel ortama eklenmiştir. Bu denemeden elde edilen sonuçlar, bu yağların birkaçının bazı dozlarının bakteri büyümesini yavaşlatıp hatta tamamen durdurduğunu göstermiştir. Ankara Üniversitesi'nde Altanlar ve Bahadır (2011) tarafından bu bitki üzerinde yapılan bir diğerk çalışmada bu türün uçucu yağlarının anti-bakteriyel özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonuçları, incelenen bitkinin kök, yaprak ve gövde esansiyel yağlarının antibakteriyel özelliklerinin benzer olduğunu gösterdi. Bu türün allelopatik ve sekonder metabolitlerinin belirlenmesi gibi diğerk özellikleriyle ilgili herhangi bir kaynağa rastlanmamıştır.

*Allium akaka* Gmelin: Kısa gövde ve geniş yapraklara sahip olmaktadır. Bu bitki dağlık bölgelerde yetişmekte olup İran, Ermenistan, Azerbaycan ve Türkiye'de bulunmaktadır. Soğanları yuvarlak ve 1.5-2.5 cm çapındadır. Gövdesi ise 5-15 cm arındadır (Manafı and Bahreyni 1997). Bu türde yaprak sayısı 1 veya 2 bazen de 3'tür. Soğanları ise sarımsağa benzer özellikler taşımaktadır. *Amaryllidaceae* familyasından yerel adı "Valk" olan *Allium akaka*, İran halk hekimliğinde yaraları iyileştirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Antibakteriyel, antelmintik ve idrar söktürücü özelliklere sahiptir (Andalib and Nejad 2017) (Şekil 3). Bazı İran kaynaklarında bu türün kükürtlü bileşenlere sahip olduğunu söylemektedir. Tansiyonun düşürülmesinde ve bağışıklık sistemi rahatsızlıklarının giderilmesinde faydalı olduğu düşünülmektedir. Başka bir çalışmada bu bitkinin soğanının kolera ve tüberküloz tedavisinde, yapraklarının ise romatizma tedavisinde kullanıldığı rapor edilmiştir (Jafari *et al.* 2019). *Allium akaka*, İran'ın yerli bir bitkisidir ve aşırı toplama nedeniyle nesli tükenmekte olan bitkiler arasında listelenmiştir. Bu bitkinin tohumu dormansiye sahip olan bir bitkidir ve şu ana kadar bu bitkinin laboratuvar koşullarında yayılmasına ilişkin bir rapor bulunmamaktadır (Pazoki *et al.* 2018). Bir çalışmada bu bitkinin Irak'ın Alp bölgesinde Helgerd, Kudu ve Kandil dağlarında varlığı rapor edilmiştir. Bitki esas olarak Kuzey Irak, Erbil İli'nin kuzeyindeki dağlık alan ve meralarında çiçek soğanı ve tohumlarla çoğalmaktadır. Sebze ve soğan kısımları yemek yapımında kullanıldığı gibi baharat olarak da kullanıldığında, kan basıncını düşürür, sindirim sistemini güçlendirir (Sarmamy 2011).



**Şekil 3.** *Allium akaka*'ya ait fotoğraflar. A: internetten alınmış (<http://www.agacler.net/forum/guney-dogu-anadolu-bolgesi/3324.htm>), B: Tez kapsamında çekilmiş. NO: 8925- FAM: Alliaceae- *Allium egorovae*- M. V. Agab. 8 ogan- TOWN: Marand: 58km- from Tbriz to Maran yam village kuh-e Misho Dag- ALT.:2226m- DATE.: 2016.5.01- NOTES: 381923.8N- 454732.2 E.

*Allium akaka* üzerinde yapılan bir araştırmada, bu türün etanolik ve suda çözölen özütlöerinin insan ve bitkilerde hastalığa neden olan 4 farklı bakteri (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Erwinia caratorora*, *Xanthomonas campestris*) üzerine etkisi incelenmiştir. Deneme sonuçları, etanolik özütlö 5000 µg disc-1 dozunda *Staphylococcus aureus*, *Erwinia caratorora*, *Xanthomonas campestris* bakterilerin büyümesini azalttığını ortaya koymuştur. Ancak suda çözölen özütlö 10000 µg disc-1 yoğunluğunun bu üç bakteri üzerine etkili olmuştur. Fakat *Escherichia coli* bakterisinin büyümesinde bu özütlöerinin her iki dozunun herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Ismaeel 2011).

*Allium eriophyllum* Boiss (Kirpiklisögan): *Allium longisepalum* olarak da bilinen İran'da endemik olan *A. eriophyllum*, Alliaceae familyasına ve *Allium* cinsine ait yabancı bir bitkidir. Kırmızı ve mor çiçeklere sahiptir ve 8 ila 60 cm sap uzunluğuna ulaşabilir. Bitkinin tipik olarak 1 ila 3 yaprağı ve 1 ila 1,5 cm boyutlarında kahverengi bir soğanı vardır. Ağırlıklı olarak İran'ın batı ve güneybatısının belirli bölgelerinde yetişir; burada yerel halk, yapraklarını ve saplarını tatlandırıcı madde olarak kullanır (Mosavi and Alizadeh 2019) (Şekil 4). Araştırmalar *A. eriophyllum* bitkisinin yapraklarının cilt yaralarının iyileşmesinde faydalı bir role sahip olduğunu ve bu etkinin bu bitkinin antimikrobiyel ve antifungal özelliklerinden kaynaklandığını göstermiştir (Kyung 2012). Bu tür üzerinde yapılan önceki çalışmalarda, fareler üzerinde kullanılan *A. eriophyllum* yapraklarının hidroalkolik ekstraktının, muhtemelen bir antioksidan mekanizma ile diyabete ve aynı zamanda kan basıncının neden olduğu kalp fonksiyon bozukluklarına karşı koruduğu ileri sürölmüştür (Janahmadi *et al.* 2015).



**Şekil 4.** *Allium eriophyllum*'a ait fotoğraflar. A: internetten alınmış (<https://plants.jstor.org/stable/10.5555/al.ap.specimen.k000464373>), B: Tez kapsamında yapılan herbarium örneği, C: Doğal bulunduğu yerden alınan fotoğrafı.  
NO.: 8924- FAM.: Aliaceae- ALT.: 1650m- DATE: 2016.5.28 – NOTES: 383822443445 – LEG.: M. R. Taraghikhah – DET.: H. Fakhreanjabari.

*Allium eriophyllum* üzerinde yapılan çalışmaların çoğu, başta yapraklar olmak üzere toprak üstü organlarının etkilerine odaklanmıştır. Ne yazık ki, muhtemelen sınırlı erişilebilirlik nedeniyle bitkinin soğanının özelliklerini araştıran fazla çalışma yapılmamıştır. Çünkü bu bitkinin soğanı toprak altında derinde bulunur (30-40 cm' de) ve diğer *Allium* 'lara göre soğanı küçük olduğundan dolayı toplandığında sağlıklı bir şekilde elde edilmsi zordur. *Allium eriophyllum* soğanının antibakteriyel özellikleriyle ilgili İran'da yapılan bir çalışmadan elde edilmiştir (Chehregani *et al.* 2007).

Çalışmamızda üç *Allium* bitkisinden elde edilen sekonder metabolitlerin allelopatik etkileri tarımsal alanlarda mücadelesi zor zararlı otlardan biri olan *Setaria viridis* L. (yeşil tilkikuyruğu veya kirpi darı) üzerinde denenmiştir. *Setaria viridis*, tek yıllık bir ot türü olarak bilinen ve dünya genelinde tarımsal zararlı olarak kabul edilen bir yabancı bitkidir. Yaygın adı yeşil tilkikuyruğu olarak da bilinir (Şekil 8). Bu bitki genellikle tarım alanlarında, bahçelerde, yol kenarlarında ve boş arazilerde görülür. Özellikle sıcak iklimlerde ve kumlu topraklarda yaygın olarak yetişir. *Setaria viridis*; özellikle buğday, mısır ve pamuk gibi tarım bitkileriyle sıkı bir rekabet içinde olduğu için tarımsal üretimi olumsuz etkiler. Bitkinin hızlı büyüme özelliğinin yanında çok sayıda ve hızlı tohum üretme kapasitesi vardır, bu da kolayca yayılmasına ve tarım arazilerinde yaygın olarak görülmesine yol açar. *Setaria viridis*'in yoğun

bir şekilde bulunduğu alanlarda tarım bitkilerinin büyüme ve gelişimi engellediğinden ciddi verim kaybı yaşanabilir. Bu zararlı ot aynı zamanda birçok sentetik herbisitlere karşı direnç geliştirmiş ve bu da bitkiyi kontrol etme ve mücadele etme süreçlerini daha zorlu hale getirmektedir (Singh *et al.* 2003; Cathcart and Swanton 2004; Hodge and Doust 2017; Cao *et al.* 2023). Sonuç olarak, *S. viridis* tarım alanlarında önemli bir zararlı olarak kabul edilir ve etkin yönetim stratejileriyle kontrol altına alınması gereklidir. Bu, tarım verimliliğini artırmak ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını desteklemek açısından önem taşır. Bu nedenle çalışmamızda *Allium* türlerinden elde edilen özütlerin, allelopatik yaklaşımla *S. viridis* üzerinde herbisidal etkisi değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan *Allium* türlerinin (*Allium rotundum*, *Allium akaka* ve *Allium eriophyllum*) farklı toplumlarda geleneksel şekilde bir tıbbi bitki olarak kullanılmasına rağmen, bu bitkiler üzerinde fazla araştırma yapılmamıştır. Adı geçen *Allium* türlerin allelopatik ve antioksidan potansiyellerini belirlemek amacıyla bitkilerin farklı kısımlarından elde edilen farklı ekstraktların etkili sekonder metabolitlerini (allelkimyasallarını) GC-MS yardımı ile içerik, miktar ve olası etkilerinin belirlenmesi amacıyla bu araştırmanın yürütülmesine karar verilmiştir.

Çalışmamızda, İran'daki doğal habitatlarından toplanan bu bitkilerin yaprak, gövde ve soğanlarından değişik polaritedeki çözücüler (hekzan, diklorometan, kloroform, etilasetat ve bütanol) kullanarak belirli ekstraksiyon teknikleri ile özütler elde edilmiştir. Daha sonra elde edilen bu özütler, uygun analitik yöntemlerle (GC-MS) analiz edilip kimyasal içerikleri belirlenmiştir. *Allium eriophyllum*, *A. akaka* ve *A. rotundum* türlerinden elde edilen bu allelokimyasallar, tarımsal üretimde önemli 3 kültür bitkisi (mısır, buğday ve fasulye) ve bu bitkilerinin yetiştiği tarımsal alanlarda ürün kaybına sebep olan bir yabancı zararlı ot (*Setaria viridis* L.) üzerinde allelopatik yaklaşımla denenmiştir.

Çalışmada ilk önce elde edilen allelokimyasallar çimlenme koşullarında değişik konsantrasyonlarda ilave edilerek çimlenme inhibisyonu ve bu inhibisyonu çimlenmenin hangi aşamasında sağlandığı belirlenmiştir. Diğer taraftan, bazı herbisitlerin bitkilerin çimlenme safhasında değil de çimlenme sonrası büyüme ve gelişme döneminde daha etkin olduğu gerçeğinden hareketle, çalışmanın ikinci basamağı oluşturulmuştur. Bu bağlamda, çalışılacak bitki tohumları (hem kültür hem yabancı ot) standart koşullarda çimlendirilmiştir. Allelopatik bileşenler içeren beş farklı ekstrakt, sera ortamındaki saksılarda yetiştirilen fide yapraklarına doğrudan uygulanmıştır. Uygulama yapılan ve yapılmayan bitkilerin yaprakları toplanarak, biyokimyasal ve fizyolojik parametreler üzerinden detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Bu

analizler, bitkilerin allelokimyasallara maruz kalmasının büyüme, gelişme ve metabolik tepkileri üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Çimlenme ve fide (saksı) aşamasından ayrı elde edilen bütün veriler birlikte değerlendirildiğinde, çalışılan *Allium* türlerinden elde edilen allelokimyasalların fizyolojik açıdan biyoherbisidal etkisinin olup olmadığı ortaya konmaya çalışılmıştır. Ayrıca bu fitotoksik özelliğin bitkinin hangi allelokimyasalından kaynaklandığı da literatür ile karşılaştırılarak potansiyel olarak belirlenmiştir. Sonuçlarımız, hem bu konudaki temel bilimlerde önemli bir boşluğu doldurmuş, hem de ileriki aşamalarda bu inhibisyona sebep olan etkili madde veya maddelerin saf olarak üretilmesine ve zirai ve diğer alanlarda kullanılmasına öncülük edebilecek potansiyeldedir. Organik tarımın önem kazandığı ve zamanla daha da gelişeceği öngörüldüğünde bu çalışmanın önemi daha da iyi anlaşılmıştır.



## KAYNAK ÖZETLERİ

Son yıllarda sentetik bileşikler yerine bitkilerden elde edilen doğal antioksidanlar ve biyoaktif bileşiklere olan ilgi artmıştır. *Allium* cinsi, 900'den fazla türüyle insan sağlığı üzerinde faydalı etkileri olan en büyük cinslerden biridir. Bu cinsin kültüre alınan ve yabani türleri, ilaç ve gıda endüstrileri için potansiyel olarak önemli bir kaynak oluşturabilir. Bu bitkilerin antioksidan ve biyoaktif bileşikler açısından zengin olmaları, onları çeşitli sağlık yararları sağlayabilecek potansiyele sahip kılar. Çeşitli araştırmalar *Allium* cinsinin antienflamatuar, antimikrobiyal ve antikanser özelliklerini desteklemektedir (Petropoulos *et al.* 2020). Bu nedenle, bu bitkilerin tıbbi ve besinsel kullanımları daha fazla araştırma ve dikkat gerektirmektedir. Bu konuda yapılan akademik çalışmalar, bitkisel kaynakların potansiyel sağlık faydalarını anlamamıza yardımcı olabilir ve yeni ilaç ve gıda ürünlerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Tarım ve sanayi, çevrenin kalitesi üzerinde olumsuz etkisi olan kirleticilerin ana kaynakları arasındadır. Özellikle, herbisitler yabani ot kontrolü için kullanılan kimyasallar olup, bitki yetiştirme teknolojisinde bir devrimi temsil etmektedir. Ancak, aşırı kullanımları çevreye ve insanlara ciddi zararlar verebilir. Sentetik herbisitler, tarım alanlarında kullanıldığında, toprak ve su kirliliğine, biyoçeşitlilik kaybına ve sağlık sorunlarına neden olabilir. Ayrıca, bu kimyasalların insanlar tarafından solunması veya cilde temas etmesi ciddi durumda sağlık problemlerine yol açabilir. Bu nedenle, herbisitlerin kontrollü ve dikkatli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Çevreyi koruma adına, herbisitlerin alternatifleri üzerine araştırmalar yapılmalı ve tarımın sürdürülebilirliği için daha çevreci uygulamaların teşvik edilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda, çiftçilere ve endüstriyel işletmelere, doğru kullanım ve atık yönetimi konularında eğitim verilmesi ve uygun yönergelerin uygulanması gerekmektedir. Bu konuda yapılan akademik çalışmalar, sürdürülebilir tarım uygulamaları ve çevre koruma stratejilerine katkı sağlayabilir (Rosculete *et al.* 2019).

Doğal bileşiklerin, özellikle bitkilerin kendi bünyelerinde ürettikleri bileşiklerin herbisit ve haşere kontrol aracı olarak kullanılması, çevresel ve insan sağlığı açısından olumlu etkilere sahip olabilir. Sentetik kimyasalların aksine, bitkilerden elde edilen doğal bileşiklerin çevreye zarar verme potansiyeli daha düşüktür ve toprak ayrıştırıcılar tarafından doğal olarak parçalanabilirler. Bu durum, tarım ve gıda endüstrilerinde doğal bileşiklerin tercih edilmesi için önemli bir sebep olabilir. Doğal herbisit ve haşere kontrol yöntemlerinin kullanılması, tarım alanlarında çevre dostu bir yaklaşım sunabilir. Sentetik kimyasalların çeşitli olumsuz etkilerine

karşılık, bitkilerden elde edilen doğal bileşiklerin toksisitesi ve zararlı etkileri genellikle daha düşüktür. Ayrıca, doğal bileşiklerin diğer canlı organizmalara zarar verme olasılığı da azalabilir (Inderjit *et al.* 2008; Zeng *et al.* 2008; Qureshi *et al.* 2024). Bu nedenle, doğal bileşiklerin kullanılması, tarımsal üretim süreçlerinin çevresel etkilerini azaltabilir ve daha sürdürülebilir tarım uygulamalarını teşvik edebilir. Yapılan araştırmalar, bitkilerden elde edilen doğal bileşiklerin herbisit ve haşere kontrolünde etkili olduğunu göstermektedir (Zeng *et al.* 2008; Elisovetcaia *et al.* 2018). Bu doğal bileşiklerin kullanımıyla ilgili daha fazla akademik çalışma yapılması, çevre dostu tarım uygulamaları için yeni çözümler üretilmesine ve sentetik kimyasalların kullanımının azaltılmasına katkı sağlayabilir. Bu tür bileşikler farklı bitkilerin sekonder metabolitlerinde ve bitkilerin allelopatik bileşikler arasında aramalıdır. *Allium* bitkileri bu amaç için çalışmaya uygun olabilecek bir bitki grubudur (Demir *et al.* 2022).

*Allium* bitkileri kültüre alınan ve yabani olarak iki gruba ayrılabilir; örneğin *A. cepa* L., *A. sativum* L., *A. fistulosum* L. ve *A. schoenoprasum* L. kültüre alınan türlerdir (Kurnia *et al.* 2021). Bu araştırmada kullanılan türler (*Allium eriophyllum*, *Allium rotundum* ve *Allium akaka*) yabani türlerdir. *Allium* cinsi, birçoğu geleneksel tıpta ve folklorda yaygın olarak kullanılan, diğerleri ise daha az bilinen veya bölgesel ilgiye sahip olan birkaç yabani türü içerir. Bu türler, sağlık açısından önemli faydaları olan doğal biyoaktif bileşiklerin kaynağı olarak kullanılabilir. Bu alanda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmasına rağmen, çeşitli çalışmalar bu etkileri bildirmiş ve farklı durumlarda etki mekanizmalarını doğrulamıştır. Ayrıca çoğu çalışmanın doğada kontrolsüz koşullar altında toplanan türlerden elde edilen sonuçlara atıfta bulunduğu göz önüne alındığında, farklı büyüme koşullarının biyoaktif bileşikler üzerindeki etkilerini açıklığa kavuşturmak ve bu değerli bitkilerden faydalanmayı teşvik etmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır (Petropoulos *et al.* 2020).

*Allium* bitkileri, tıbbi özelliklere sahip karbohidratlar ve allisin (alkaloidler, saponinler ve glikozitlerin üretimi için bir öncü) gibi organik-kükürt bileşikler açısından zengin bir bitki cinsidir. Bu cinsin farklı türlerinden birçok fitokimyasal izole edilmiş ve farklı çalışmalarda analiz edilmiştir. Ancak bu bileşiklerin sadece birkaçı (allinaz ve allisin) pestisit olarak aktiftir. Örneğin sarımsak (*A. sativum*) yaprağı ekstresi turuncgil nematodlarının (*Tylenchulus semipenetrans*) büyümesini %98 oranında kontrol eder. *Allium cepa*, *A. sativum*, *A. fistulosum* ve *A. ampeloparasum*, *Alternaria alternata*, *A. brassicola* ve *Myrothecium roridum*'a karşı fungusit etkisi kanıtlanmıştır (Yousaf *et al.* 2012).

Çeşitli araştırmalar, ekolojik faktörlerin bitkilerde üretilen bileşikler, özellikle de sekonder metabolitler üzerinde büyük etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, farklı bitkilerin, özellikle yabani bitkilerin tıbbi ve allelopatik etkilerinin ortaya çıkarılması için, bu

bitkilerin yetiştikleri doğal ortamlarından toplanması gerekmektedir. Örneğin, 2018 yılında İran'da *Allium elburzense* W. (*Allium akaka*) bitkisi üzerinde yapılan bir araştırma bu hipotezi desteklemektedir. Bu çalışmada, deniz seviyesinden yüksekliğin artması, toprak pH'sının düşmesi ve ortalama sıcaklığın düşmesiyle birlikte çinko, demir ve potasyum elementlerinin miktarının arttığı; bunun da fenoller gibi bileşiklerin artmasına ve sonucunda bitkinin savunma mekanizmaları ile antioksidan kapasitesinin yükselmesine yol açtığı gösterilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, tüm çevresel parametreler *A. akaka* bitki dokusunun besin değeri ve antioksidan kapasitesi üzerinde etkili olmuş; her bir parametrenin tek başına veya birkaçının bir arada bulunmasının yeterli sonuç vermediği, doğru sonuçlar elde edebilmek için tüm çevresel parametrelerin bir arada değerlendirilmesinin önemli olduğu vurgulanmıştır (Jafari *et al.* 2019). Bu nedenle çalışmada *Allium* bitkileri doğadaki yetiştikleri yerden toplanması, belirlenecek sekonder metabolitlerin özgünlüğünü artıracaktır.

Antioksidanlar sağlıkta önemli bir rol oynar. Ayrıca hastalık riskini azaltmak için de kullanılırlar ve vücudu çeşitli hastalıklara (diyabet, kanser ve nörolojik bozukluklar vb.) neden olan oksidatif hasardan koruma özelliğine sahiptirler. Antioksidanlar, reaktif oksijen türlerinin (ROS) ve vücuttaki serbest radikal reaksiyonların neden olduğu gıda kalitesinin bozulmasına yol açan oksidatif süreçleri kontrol edebilir. ROS ve serbest radikaller, kanser, koroner kalp hastalığı ve damar hastalıkları gibi çeşitli dejeneratif hastalıklara neden olabilen oksidatif stresin ana nedenleridir. ROS ve serbest radikal reaksiyonlarının neden olduğu tehlikelere dayanarak oksidatif stresi önleyebilecek doğal antioksidanlara sahip olmak önemlidir. Çeşitli çalışmalar *Allium* türlerinin yapraklarının güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmiştir (Dziri *et al.* 2012; Assadpour *et al.* 2016; Jafari *et al.* 2019; Kurnia *et al.* 2021).

*Allium*, tıbbi insanların beslenmesinde yaygın kullanımı göz önüne alındığında olası yan etkilerin ve toksik aktivitelerin anlaşılması büyük önem taşıyabilir. Bundan dolayı Hosseinzadeh vd. (2019) tarafından, *A. rotundum* bitkisinin hidroalkolik ekstraktının erkek ve dişi sıçanların farklı organları için ne kadar zararlı olabileceğini gösteren bir araştırma yapılmıştır. Bu çalışma ekstrakt uygulanmasından sonra herhangi bir olumsuz etki veya toksik aktivite belirlememiştir. Üç dozda (250, 500 ve 750 mg/kg vücut ağırlığı) yapılan sub-kronik çalışma, akut çalışmanın sonuçlarını desteklemiş ve erkek ve dişi Wistar sıçanlarında herhangi bir anormal değişiklik veya toksisite göstermediği belirlenmiştir. Tedavi edilen sıçanların tüm biyokimyasal ve hematolojik parametreleri, ekstraktın uzun süreli tüketiminden sonra kabul edilebilir aralıkta olmuştur. Histopatolojik incelemede ayrıca hayati organların (böbrek, karaciğer, kalp, akciğer ve dalak) dokularında herhangi bir lezyon veya değişiklik görülmemiştir. Çalışmada bu ekstraktın güvenliği akut ve subkronik toksisite çalışmaları ile

doğrulanmış ve bu bitkinin yüksek besin değeri ve doğal iyileştirici özellikleri nedeniyle uygun ve etkili bir diyet bitkisi olabileceği gösterilmiştir (Hosseinzadeh *et al.* 2019).

Bir çalışmada *A. rotundum* bitkisinin metanolik ekstraktının antioksidan, antienflamatuar, antimikrobiyal ve sitotoksik özellikleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda *A. rotundum* metanolik ekstraktının yüksek antioksidan ve antibakteriyel özelliklere, kanser hücreleri (özellikle kemik kanseri hücreleri) için sitotoksik ve antienflamatuar özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir. Ayrıca *A. rotundum* türünün gıda ve gıda dışı ürünlerde kullanım için umut verici doğal biyoaktif bileşik kaynağı olabileceği ileri sürülmüştür (Demir *et al.* 2022). Diğer taraftan *A. rotundum* türü üzerinde yapılan araştırmalar, bitkilerin antioksidan aktivitesinin, bitkinin bölümlerine ve yetiştiği yere göre önemli ölçüde farklı olduğunu göstermiştir (Taşcı *et al.* 2019).

Çeşitli çalışmalar *Allium* türlerinin polifenoller, flavonoidler ve tanenler gibi sekonder metabolitler içerdiğini ve antioksidanlar, antibakteriyel, antifungal, antienflamatuar, pankreatik alfa-amilaz, glukoamilaz enzim inhibitörleri ve anti-trombositler gibi biyolojik aktivitelere sahip olduğunu bildirmektedir (Kurnia *et al.* 2021).Örneğin Rocchetti vd. (2022), *Allium* cinsine ait 9 tür üzerinde yaptıkları araştırmada, incelenen tüm türlerin gövde kısımlarının metanolik ve su ekstraktının laboratuvar koşullarında yüksek antioksidan özellik gösterdiğini kanıtlanmıştır (Rocchetti *et al.* 2022). Assadpour vd. (2016) tarafından Sari Üniversitesi'nde yapılan bir araştırma, *A. rotundum* bitkisinin esansiyel yağ ve ekstraktının antioksidan aktivitesini ve anti-hemolitik etkisini göstermiştir. Ekstrakt, DPPH ve nitrik oksit (NO) indirgeme gücünün yanı sıra demir şelatlama ve antihemolitik aktiviteler de dahil olmak üzere test edilen tüm modellerde uçucu yağdan daha yüksek bir antioksidan etki göstermiştir. Diğer taraftan, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> temizleme ve lipid peroksidasyonu (LPO) önlemede daha güçlü antioksidan aktivite göstermiştir. Ekstraktın antioksidan aktiviteleri daha çok yüksek fenolik ve flavonoid içeriklerine dayandırılmıştır (Assadpour *et al.* 2016). Diğer araştırmalar da *A. rotundum* yapraklarının antioksidan bileşikler açısından zengin olduğunu kanıtlanmıştır (Taşcı *et al.* 2009). İlave olarak, *Allium saralicum*'un etanolik ekstraktı, fare karaciğerini CCL4'ün neden olduğu toksisiteye karşı korumuştur (Goodarzi *et al.* 2017).

*Allium rotundum*'un böcek öldürücü etkisi üzerine yapılan bir araştırma, bu bitkinin kök kısmının etanolik ekstraktının *Leptinotarsa decemlineata* (patates böceği) larvalarına karşı orta (%40) ve düşük seviyelerde (%13.3-7.6) böcek öldürücü etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca, bu bitkinin bu ekstraktı, *Helicoverpa armigera* larvalarına (pamuk tomurcuk kurdu) ve balmumu güvesi (*Galleria mellonella*)'ne karşı orta düzeyde anti-besleyici ve itici özellikler göstermiştir (Elisovetcaia *et al.* 2018).

İran kaynaklı bir araştırmada *Allium eriophyllum* bitkisinin sulu ekstraktının sıçanlarda hemolitik anemiye iyileştirdiği ve tedavi ettiği ortaya konmuş ve bu bitkinin hemolitik anemi tedavisinde kullanılması önerilmiştir (Zangeneh *et al.* 2019). Başka bir çalışmada *A. eriophyllum*'un sulu ekstraktının sıçanlarda yağlı karaciğer steatoz hastalığını (karaciğerde anormal miktarda yağ birikmesiyle karakterize edilen bir durumu) iyileştirdiği gösterilmiştir (Goorani *et al.* 2019).

*Allium eriophyllum*'un sulu ekstraktından elde edilen merhemde farelerin vücudunda oluşan yaraları iyileştirdiği ve yara yüzeyini kontrol grubuna göre önemli miktarda azalttığı tespit edilmiştir (Goorani *et al.* 2019). Başka bir araştırmada *A. eriophyllum* yapraklarının hidroalkolik ekstraktının tip-2 diyabetik sıçanlarda kalp yetmezliğini azalttığını ve böbrek kan basıncını düşürdüğü rapor edilmiştir. (Janahmadi *et al.* 2015).

Ayrıca *Allium eriophyllum* bitkisinin yapraklarının sulu ekstraktının anti-mikrobiyal ve anti-fungal özellikleri, bu bitkinin sulu ekstraktı ile bakır nanopartikülleri bir arada yaraların hızlı iyileşmesi üzerindeki eş zamanlı etkisinin araştırılmasına yol açmıştır. Bu amaçla Zhao vd. (2022) tarafından yapılan bir araştırmada *A. eriophyllum* bitkisi yapraklarının sulu ekstraktı kullanılarak bakır nanopartiküllerinin üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmada, kullanılan sulu ekstraktın antimikrobiyal ve antifungal özellikleri ve hazırlanan merhemdeki bakır nanopartiküllerin etkisi nedeniyle farelerde yaraların iyileşmesinin önemli miktarda daha hızlı olduğu tespit edilmiştir (Zhao *et al.* 2022). Benzer bir araştırma demir nanopartikülleri ve *A. eriophyllum*'un su ekstraktı kullanılarak yapılmış ve benzer bir etki gözlenmiştir (Zangeneh and Zangeneh 2020). 2020 yılında yapılan bir çalışmada gümüş parçacıkları ve *Allium rotundum* gövdesinin etanolik ekstraktının üretimi, gümüş nanopartiküller ve *A. rotundum* ekstraktı arasında sinerjik etki olduğu gösterilmiştir. (Hekmati *et al.* 2020). Suhail vd. (2023), sıçanlarda dislipidemiye iyileştirmek için *Allium humile*'in etanolik, metanolik ve etil asetat ekstraktları üzerinde bir çalışma yürütmüştür. Araştırmada metanolik ekstraktın diğer ekstraktlarla karşılaştırıldığında sıçanlarda dislipidemi üzerinde en fazla inhibitör etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Metanolik ekstraktın GC-MS ile analizi, yüksek konsantrasyonda flavonoidler, alkaloidler, fenoller, terpenoidler ve saponinler bulunduğunu ortaya koymuştur (Anees *et al.* 2023).

*Allium eriophyllum*'un bir diğer özelliği ise bu bitkinin antibakteriyel potansiyelidir. Yapılan bir çalışmada bu bitkinin etanolik ekstraktı ile metanolik ekstraktının antibakteriyel etkisi karşılaştırılmış ve etanolik ekstraktının antibakteriyel etkisinin metanolik ekstraktına göre daha yüksek olduğu bulunmuştur (Abolfathi *et al.* 2022). Ashraf vd. (2019), sarımsak (*Allium sativum*) ekstraktını GC-MS ile analiz ederek birçok antimikrobiyal bileşik tanımlamış ve bu

bileşiklerin gıdalarda doğal koruyucu olarak kullanılabileceğini öne sürmüştür (Ashraf *et al.* 2019).

Diğer taraftan, başka bir çalışmada yeşil sarımsağın uçucu bileşiklerinin GC-MS ile analizi, bu bileşiklerde bulunan diyalil disülfürün salatalık fidelerinde bulunan ROS'u temizlemede etkili oluşu ve bu nedenle sarımsak ve salatalığın bir arada yetiştirilmesinin salatalığın daha iyi büyümesi için önemli olduğunu göstermiştir (Yang *et al.* 2019). Ding vd. (2016) hidroponik kültürde sarımsak ve biberin eş zamanlı yetiştirilmesi üzerine yaptıkları araştırmada, düşük konsantrasyonlardaki sarımsak kökü salgılarının biberin büyümesini uyardığı, ancak yüksek konsantrasyonlarda bu kök salgılarının biber bitkisinin büyümesini engellediğini tespit etmişlerdir. Bu etkinin, sarımsak kökü salgılarında bulunan allelopatik bileşiklerin varlığından kaynaklandığı ileri sürülmüştür.

Geleneksel İran tıbbında kullanılan *Allium* cinsine ait bir diğer bitki ise antibakteriyel, antihelmintik ve idrar söktürücü özellikleri nedeniyle şifalı bitki olarak bilinen *Allium akaka* bitkisidir. Bu bitkinin hidroalkolik ekstraktının fareler üzerindeki antienflamatuar etkisinin araştırılmasında, ekstrakt gavaj (ekstraktın doğrudan hayvanın midesine verilmesi) yoluyla uygulanmış ve bu ekstraktın farelerde antienflamatuar etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir (Andalib and Yazdi 2017).

Yabani otlar, tarımsal bitkilerle rekabet eder ve bu da verimliliklerinde önemli bir azalmaya yol açar. Yabani otların elle çekilmesi veya fiziksel olarak kesilmesi, yabani ot kontrolünün geleneksel yöntemlerinden biridir. Yabancı otlarla mücadelede son yıllarda sentetik herbisitler ile modern ve alternatif çözümler kullanılmaktadır. Bu metotlar, yabani ot büyümesini kontrol etmek ve ürün verimliliğini artırmak için önemli bir yaklaşımdır. Bununla birlikte, *A. akaka* bitkisinin sulu ekstraktının allelopatik etkisi 2020 yılında Türkiye’de yapılan bir araştırmada araştırılmış ve bu bitkinin 16 mg/ml konsantrasyonundaki sulu ekstraktının *Portulaca oleracea* L. (yabani semizotu) bitkisinin gövde ve kök gelişimini engellediği tespit edilmiştir. Bu inhibitör etki konsantrasyonun artmasıyla da artmıştır. Ancak, bu ekstraktın semizotu tohumlarının çimlenmesi üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır. Çalışma, bu ilk deneyin yabani ot kontrolü yönetimi için geliştirilebileceğini öne sürmüştür. Başka bir araştırmada, yüksek konsantrasyonlarda sarımsak (*A. sativum*) su ekstraktı, *Cyperus rotundus* bitki tohumlarının büyümesini tamamen engellemiştir. Bu nedenle, bu araştırmada ayçiçeği yetiştiriciliğinde *Cyperus rotundus* bitkisinin kontrolü için sentetik herbisitlere alternatif olarak sarımsak bitkisi ekstraktı önerilmiştir (El-Rokick *et al.* 2018). Biri *A. akaka* olan *Allium* cinsinin 6 türü üzerinde yapılan bir araştırmanın sonucu, bu bitkilerin etanolik ekstraktının alfa-amilaz enzimi üzerinde laboratuvar koşullarında önemli bir inhibitör etkiye sahip olduğunu ve

dolayısıyla hiperglisemi semptomlarının hafifletilmesinde kullanılabileceğini ileri sürmüştür (Nickavar and Yousefian 2009).

Yukarıda özetlenen bilimsel makalelerin değerlendirmelerine göre, bazı önemli ve anlamlı sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- 1) *Allium* türleri üzerine yapılan bilimsel makalelerin çoğunda toprak üstü organları ele alınmış, ancak soğanlarında bulunan ekstraktlar ve biyolojik bileşikler nadiren ele alınmıştır. Bunun en önemli nedeni *Allium* cinsine ait bazı yabancı türlerde soğana ulaşmak oldukça zordur ve bu anlamda araştırmacıların materyal toplaması da kolay değildir. Bu alanda literatürde ayrı ayrı ele alınan konuların birleştirilmesiyle ortaya çıkan ciddi bilimsel boşluk dikkat çekmektedir. Mevcut araştırmamızda incelenen üç *Allium* türünün toprak üstü kısımlarına ilave olarak soğanları (bulb) ayrı ayrı incelenmeye alınmıştır.
- 2) Yapılan araştırmaların hemen hemen hepsinde çoğunlukla sulu ekstrakt, etanolik ekstrakt ve metanolik ekstrakt kullanılmış, ancak farklı polaritedeki özellikle de apolar çözücülerle elde edilen ekstraktlar kullanılmamış ve çok az sayıdaki çalışmada ise sadece iki veya üç polar çözücü kullanılmıştır. Bu araştırmada polaritesi farklı olan beş organik çözücü (hekzan, diklorometan, kloroform, etil asetat ve bütanol) kullanılarak toprak üstü kısımları ve soğanlar ayrı ayrı araştırılmıştır.
- 3) Bu araştırmada, farklı çözücülerle kazanılan ekstraktların GC-MS yöntemiyle analizi yapılmıştır. Daha sonra, allelopatik etkiye sahip olan ve olmayan ekstraktlar karşılaştırılarak, hangi biyoaktif bileşiğin etkilere sebep olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

Ekstraktların allelopatik etkilerinin araştırılması, bu bitkilerin ekstraktlarının gelecekte yabancı ot kontrolünde herbisit olarak kullanılıp kullanılamayacağı sorusuna cevap vermemizi sağlamada önemlidir. Sorunun cevabı olumlu ise bu ekstraktlar hangi konsantrasyonlarda en fazla etkinliğe ve engellemeye sahip olduğu belli olmalıdır. Ayrıca araştırmanın amaçlarından biri, çıkarılan ekstraktların farklı bitkilerin büyümesinin hangi aşamasında etkili olduğunu ve büyümelerini veya çimlenmelerini engellediğini bulmaktır.

Ayrıca özütlerin GC-MS ile analizi, polar çözücülerin her birinin bitkinin farklı kısımlarından hangi bileşikleri ekstrakte edebileceğini belirleyecektir. Örneğin, özütlerin ekstraksiyonundan elde edilen hekzan veya etilasetat ekstraktında hangi bileşiklerin mevcut olduğu belirlenecektir.

*Allium* cinsi üzerinde yapılan araştırmaların çoğunda, özellikle *Allium eriophyllum*, *Allium rotundum* ve *Allium akaka*'da bu bitkiler şıfalı bitkiler olarak anılmaktadır. Çoğ u makalede bu bitkilerin özütlerinin kan basıncı, kanserin kontrolü ve önlenmesi, karaciğer yağlanması tedavisi, böbrek basıncının kontrolü ve mide-bağırsak hastalıklarının tedavisi üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Bu nedenle araştırmacıların bu bitkilerden elde edilen özütlerini analiz etmeleri ve içerdikleri bileşikleri tanımlamaları önemlidir. Bu bitkilerin belirli kısımlarında bulunan hangi maddelerin antioksidan etki, kan basıncını kontrol etme veya başka etkilere neden olduğunu ortaya çıkarmak araştırmacılar için oldukça değerlidir. Bu araştırmada, bu bitkilerden elde edilen özütlerin analizi yapılarak biyolojik olarak aktif bileşiklerin belirlenmesine yönelik bir girişimde bulunulmuştur. Bu çalışma, farklı tıbbi özelliklerin hangi biyolojik olarak aktif bileşiklerden kaynaklandığını anlamamıza katkı sağlayacaktır.

Ayrıca materyal ve yöntemler bölümünde belirtilen farklı yöntemler kullanılarak bitkilerden elde edilen özütlerin antioksidan etkisi çalışılan standartlarla karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır.

Araştırmada, ekstraktların allelopatik etkilerini değerlendirmek amacıyla tarım bitkilerinin (fasulye, mısır ve buğday) tohumları ve yabancı ot (*Setaria viridis*) tohumları Petri kabında yetiştirilmiş ve 5 gün sonra kültür bitkilerinin çimlenme yüzdesi, kuru ağırlığı ve fide uzunluğu ölçülmüştür. Çimlenme aşamasında hangi ekstraktın en güçlü etkiye sahip olduğu ve hangi ekstraktın etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışma saksı deneyleriyle de genişletilmiş, allelopatik etkinin saksı aşamasında da var olup olmadığı araştırılmış ve ekstraktların konsantrasyonları artırılarak bu ekstraktların çalışılan bu dört hedef bitki üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

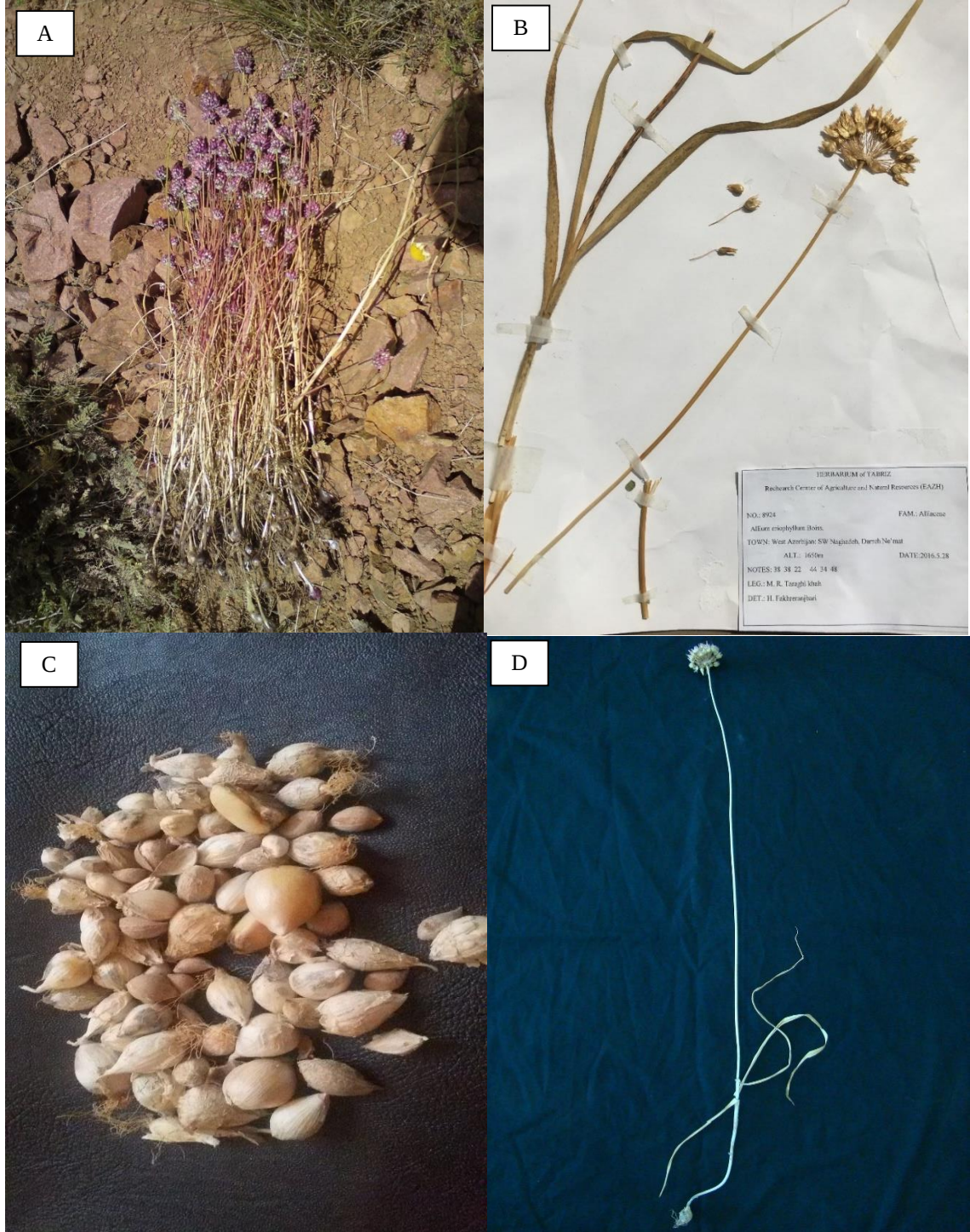
## MATERYAL ve YÖNTEMLER

### Yararlanılan Alet ve Cihazlar

|                          |                                     |
|--------------------------|-------------------------------------|
| İklim dolabı             | : Sanyo, Japonya ve Jeno Tech, Kore |
| Masa santrifüj           | : Hettich EBA 21                    |
| Soğutmalı santrifüj      | : Hettich Micro 22 R                |
| Spektrofotometre         | : Shimadzu UVmini-1240              |
| Spektrofotometre         | : Multiskan GO, Microplate          |
| pH metre                 | : WTW unilab pH metre               |
| Hassas terazi            | : Shimadzu AY220                    |
| Buzdolabı                | : Arçelik                           |
| Derin dondurucu (-30 °C) | : Arçelik                           |
| Derin dondurucu (-80 °C) | : NuAire, İngiltere                 |
| Karıştırıcı              | : Fisons Whirlimixer                |
| Otomatik pipetler        | : Nichipet EX ve Socorex            |
| Çalkalayıcı              | : Gallenkamp                        |
| Manyetik karıştırıcı     | : Chiltern HS31                     |
| Soğuk su banyosu         | : Huber Polystat CC1                |
| GC-MS                    | : Shimadzu QP-5050A (kolonDB-1)     |
| Evaporatör               | : Heidolph                          |
| İnkübatör                | : Memmert, INCOmed 108              |
| Vakum pompası            | : Value VE 115N Vakum Pompası       |
| Kuru blok inkübatör      | : Allsheng                          |
| EC metre                 | : Eutech cyberscan PC 10            |
| Soğuk su banyosu         | : Huber Polystat CC1                |
| Otoklav                  | : Hirayama, JAPAN, HVE 50           |

## Bitki Materyalleri ve Toplanması

Araştırmamızda antioksidan ve allelopatik potansiyeli araştırmak amacıyla *Allium* cinsine ait üç yabancı tür (*Allium rotundum*, *Allium akaka* ve *Allium eriophyllum*) kullanıldı (Şekil 5, 6 ve 7). Bu amaçla ilk olarak, bitkileri doğal ortamlarında toplayabilmek için Tebriz Üniversitesi'ne (İran) bağlı olan Tebriz Botanik Enstitüsü'nde uzman olan H. Fakhrranjbari'den yardım alındı. Bu enstitüde, çalışılan yabancı *Allium* bitkilerin her birinin herbaryum örneği iyice incelendikten ve onları doğal ortamda tanıyabilecek morfolojik karakteristik özellikleri belirlendikten sonra, araziye çıkılmış ve bitkiler doğal ortamlarında toplanmıştır. Bitkiler, çiçeklenme dönemleri olan Mayıs-Haziran-Ağustos ayları içerisinde toprak altındaki soğanları (bulb) da dahil olmak üzere doğal habitatlarında (İran) bitkilere zarar vermeden hassas bir şekilde toplanarak direk güneş almayan (gölge) havadar bir ortamda kurutuldu. Toplanan bitkilerden tam bitki (kök, gövde, yaprak ve çiçek) örnekleri alınıp İran Tebriz Botanik Bahçesi'ndeki herbaryum örnekleriyle karşılaştırılarak teşhisleri bir uzmanla birlikte onaylanmıştır (Şekil 5, 6 ve 7). Çalışmada diğer bir bitki olan ve tarımsal alanlarda önemli zarar ve ürün kayıplarına neden olan *Setaria viridis* L. (Şekil 8) türünün tohumları, çalışılan kültür bitkilerinin ekim yapıldığı alanlarda toplanmıştır (Şekil 8). Bu bitki de uzman bir sistematik botanikçiye teşhis ettirilmiştir. Çalışılan bu zararlı ot, yaygın olarak yüksek çimlenme potansiyeline sahip ve güçlü rekabetçi olduğundan dolayı seçildi. Çalışmamızda kullanılan kültür bitkileri, buğday (*Triticum aestivum* L., cv Mihan), mısır (*Zea mays* L., cv. KSC301) ve fasulye (*Phaseolus vulgaris* L., cv. COS16) bitkilerine ait tohumlar sertifikalı olarak tohum şirketlerinden temin edildi (Şekil 9). Bu bitkilerden mısır (C4 bitkisi) ve buğday (C3 bitkisi) birer monokotil, fasulye (C3 bitkisi) ise bir dikotil bitkidir. Bu bitkiler aynı zamanda ülkemizde ve dünyada tarımsal üretimde büyük bir yere sahip olup zararlı otlar tarafından da fazla zarar gören bitkilerdir.



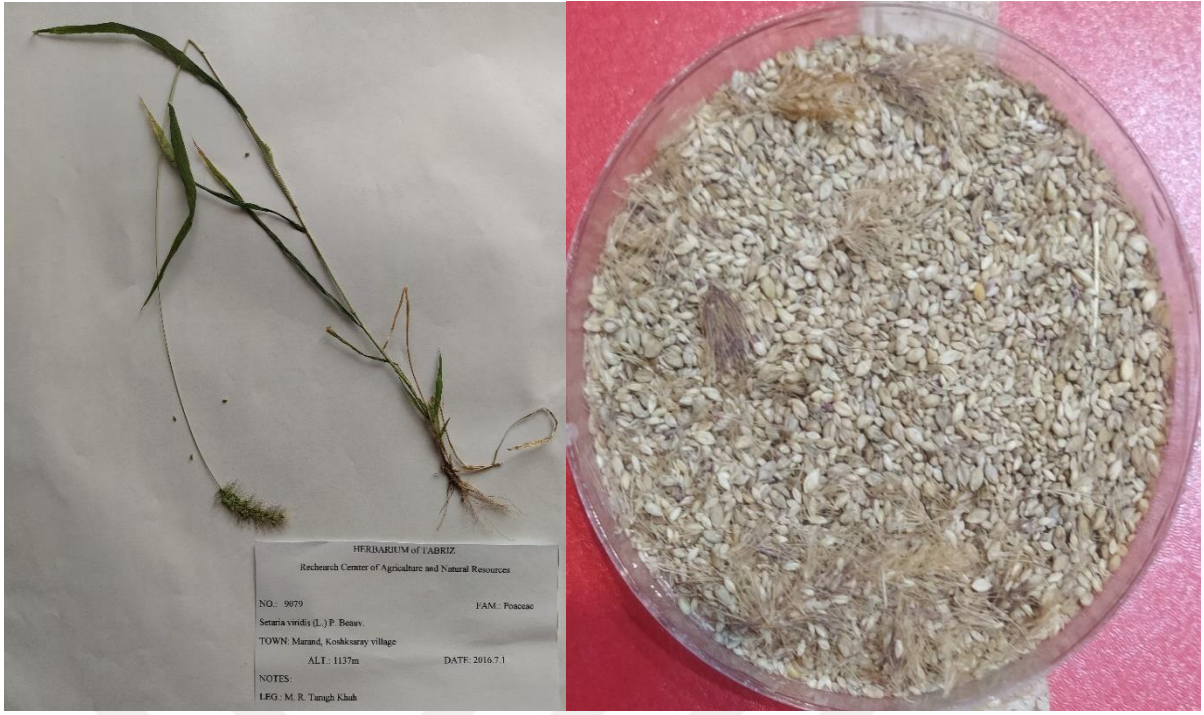
**Şekil 5.** *Allium eriophyllum*; bitkinin yeni toplanmış (A), herbaryum yapılmış (B), soğanı (C) ve tanımlama sonrasında alınan görüntüsü (D).



**Şekil 6.** *Allium akaka*; bitkinin yeni toplanmış (A), herbaryum yapılmış (B), doğal ortamdaki durumu (C) ve soğanlarının görüntüsü (D).



Şekil 7. *Allium rotundum*; bitkinin doğal ortamdaki durumu (A), herbaryum yapılmış (B), yeni toplanmış soğanları (C), doğal ortamdaki çiçekleri (D).



Şekil 8. *Setaria viridis* bitkisinin tarafımızdan yapılmış herbaryum örneği ve tohumları.



Şekil 9. Fasulye (COS16), Buğday (Mihaan) ve Mısır (KSC301) tohumları.

## Bitki Özütlерinin Ekstraksiyonu

Çalışmada kullanılan *Allium* cinsine ait *A. rotundum*, *A. akaka* ve *A. eriophyllum* bitkilerinin soğanları ve toprak üstü kısımları, doğrudan güneş ışığı almayan havadar bir ortamda kurutulmuş ve ardından soğan, gövde ve çiçek kısımları ayrılarak bir waring blender yardımıyla parçalanıp un haline getirilmiştir. Bu *Allium* türlerinin soğan ve gövde kısımlarından elde edilen örneklerden biyoaktif bileşikler izole etmek için, literatürde yaygın olarak kullanılan ekstraksiyon yöntemleri bu çalışmada da uygulanmıştır. Bu işlem için kullanılan organik çözücüler polaritelerine göre sıralanmış ve düşük polariteden yüksek polariteye doğru bir ekstraksiyon yöntemi izlenmiştir. Bu yöntem aşağıda açıklanmıştır.



**Şekil 10.** *Allium* türlerine ait örneklerin ekstraksiyonunu yapmak için hazırlaması.

Ekstraksiyon amacıyla kullanılacak çözücüler, yapılan literatür çalışmalarına göre **hekzan, diklorometan, kloroform, etilasetat ve bütanol** olarak belirlenmiştir. Bu çözücüler, farklı polarite (p) değerlerine sahip çözücülerdir. Kullanılan çözücüler sırasıyla; hekzan (p: 0), diklorometan (p: 3,1), kloroform (p: 4,1), etil asetat (p: 4,4) ve bütanol (p: 6) polariteye sahiptirler. Görüldüğü gibi, bu çözücüler, düşük polariteden yüksek polariteye doğru sıralanmıştır. Bitki örneklerindeki hem düşük hem de kademeli olarak artan polariteye göre biyoaktif bileşikler belirleyebilmek için, böyle bir yöntemle başvurulmuştur. Ekstraksiyon aşamaları genel olarak şu şekildedir (Satyajit *et al.* 2006; Lanzotti 2012);

1. 200 gr kurutulmuş ve un haline getirilmiş bitki örneği (soğan veya gövde), 1000 ml metanol içinde 100 rpm hızındaki bir çalkalayıcıda 24 saat süreyle ekstrakte edildi. Bu işlem aynı örnek üzerinden aynı şekilde 3 kez tekrarlandı ve her seferinde elde edilen özütlер birleştirildi.
2. Birleştirilen metanolik özütten metanol, laboratuvarındaki bir evaporator yardımıyla 40 °C sıcaklık ve uygun basınç şartlarında evapore edildi.
3. Elde edilen ekstrakt (özüt) önce tartıldı ve sonra 100 ml saf suda çözüldü.

4. Elde edilen bu 100 ml özüte, 100 ml **hekzan** ilave edildi ve 4 saat 100 rpm hızında bir çalkalayıcıda karıştırıldı. Karışım 10 dk dinlendirildikten sonra, hekzan fraksiyonu ortamdand alındı (su fraksiyonu başka bir kaba alındı ve saklandı). Bu işlem ayrılan su fraksiyonu üzerinden iki kez daha yapıldı ve elde edilen hekzan fraksiyonları birleştirildi. Sonra hekzan 40 °C’de evapore edildi ve elde edilen çökelek tartıldı. Bu şekilde oluşan özüte **hekzan özütü** adı verildi. Bu özüt seyreltilerek diğer deneylerde kullanmak için her zaman +4 °C’de saklandı.
5. Yukarıdaki işlem (4. Basamak) sonunda elde edilen su fraksiyonu üzerine bu kez 100 ml **diklorometan** ilave edildi ve 4 saat 100 rpm hızında bir çalkalayıcıda karıştırıldı. Süre sonunda Diklorometan fraksiyonu ortamdand alındı (Su fraksiyonu başka bir kaba alındı ve saklandı). Bu işlem aynı su fraksiyonu ile iki kez daha yapıldı ve elde edilen Diklorometan fraksiyonları birleştirildi. Diklorometan evapore edildi ve geri kalan çökelek tartıldı. Bu şekilde elde edilen özüte **diklorometan özütü** adı verildi. Bu özüt seyreltilerek diğer deneylerde kullanmak için her zaman +4 °C’de saklandı.
6. Yukarıdaki işlem (5. Basamak) sonucu elde edilen su fraksiyonu üzerine 100 ml **kloroform** ilave edildi ve 4 saat 100 rpm hızında bir çalkalayıcıda karıştırıldı. Süre sonunda Kloroform fraksiyonu ortamdand alındı (su fraksiyonu başka bir kaba alınır ve saklanır). Bu işlem iki kez daha yapılmış ve elde edilen Kloroform fraksiyonları birleştirilmiştir. Kloroform evapore edildi ve elde edilen çökelek tartıldı. Bu şekilde elde edilen özüte **kloroform özütü** adı verildi. Bu özüt seyreltilerek diğer deneylerde kullanmak için her zaman +4 °C’de saklandı.
7. Yukarıdaki işlem (6. Basamak) sonucu elde edilen su fraksiyonu üzerine 100 ml **etilasetat** ilave edildi ve 4 saat 100 rpm hızında bir çalkalayıcıda karıştırıldı. Süre sonunda Etilasetat fraksiyonu ortamdand alındı (su fraksiyonu başka bir kaba alınır ve saklanır). Bu işlem iki kez daha yapılmış ve elde edilen Etilasetat fraksiyonları birleştirilmiştir. Etilasetat evapore edildi ve elde edilen çökelek tartıldı. Bu şekilde elde edilen özüte **etilasetat özütü** adı verildi. Bu özüt seyreltilerek diğer deneylerde kullanmak için her zaman +4 °C’de saklandı.
8. Yukarıdaki işlem (7. Basamak) sonucu elde edilen su fraksiyonu üzerine 100 ml **n-bütanol** ilave edildi ve 4 saat karıştırıldı. **n-bütanol** fraksiyonu ortamdand alındı (geri kalan posa atılır). Bu işlem iki kez daha yapıldı ve elde edilen **n-bütanol** fraksiyonları birleştirildi. Bu şekilde elde edilen özüte **n-bütanol özütü** adı verildi. Bu özüt seyreltilerek diğer deneylerde kullanmak için her zaman +4 °C’de saklandı. **n-bütanol** evapore edildi ve elde edilen çökelek tween-20 (%0,01 v/v) içeren su ile çözünür. Bu

özüt, seyreltilerek diğer deneylere kullanılabilmek için veya uygun bir çözücüde çözünerek GC-MS ile analizi için her zaman +4 °C’de saklandı.



**Şekil 11.** Çözelti ekstraksiyonu aşamalarından bazı örnekler.

Yukarıdaki işlemlerin tamamlanmasının ardından özütlerin ayrılma aşamaları sonucunda farklı polaritelere sahip bileşikler içeren özütler elde edildi. Bu özütler, her bitkinin soğan ve gövdesine ait beş çözücüye ait olan özütlerdir. Her bir bitki için soğan ve gövde olmak üzere 10 tane farklı özüt ve 3 bitkiden toplam 30 özüt elde edilmiştir.

### **Sekonder Metabolitlerin Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesi**

#### **Ferrik tiyosiyanat metoduna göre toplam antioksidan durumu**

Toplam Antioksidan Durumu (TAS), Ferrik Tiyosiyanat (FTC) metoduna göre belirlendi. Bu amaçla önceden hazırlanmış ekstrelerden (hekzan, diklorometan, kloroform, etilasetat ve n-bütanol) 20 mg alınıp 20 ml etanolde çözüldü. Sonra bu stoktan 1 ml alınıp falkon tüpüne otomatik pipetlerle pipetlendi ve son hacim fosfat tamponu (40 mM  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , pH 7,4) ile 2,5 ml’ye tamamlandı. Daha sonra her bir tüpe 2,5 ml linoleik asit emülsiyonu (40 mM  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , pH 7,4 ve 50  $\mu\text{l}$  tween-20 içinde hazırlanmış) ilave edildi. Kontrol olarak 2,5 ml tampon çözelti ve 2,5 ml linoleik asit emülsiyonu kullanıldı ve inkübasyon 37° C’de gerçekleştirildi. Her on saatte bir, falkon tüplerdeki numuneden 100’er  $\mu\text{l}$  alındı. Bu işlemin hemen peşine, üzerlerine 4,7 ml %75’lik ethanol ve 0,1 ml %30’luk  $\text{NH}_4\text{SCN}$  eklenip

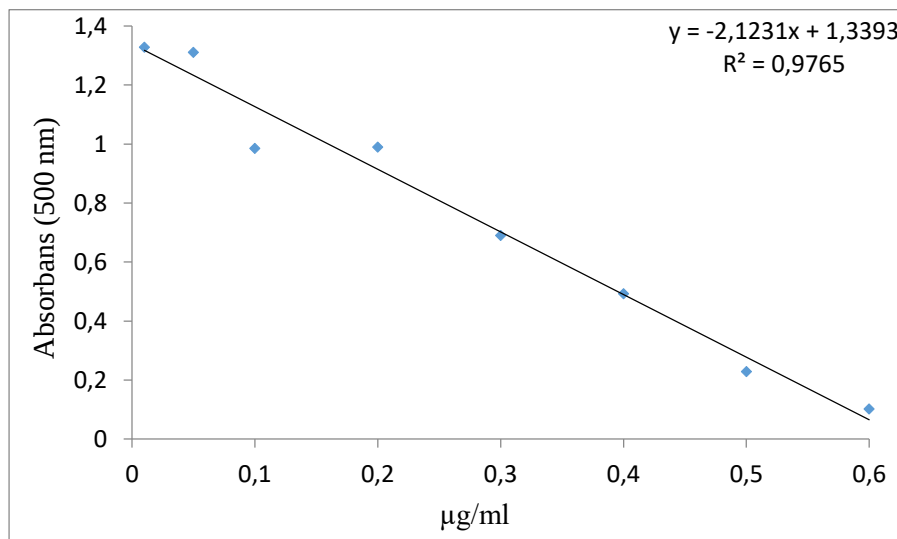
kariştırıldı. Hemen sonra 6rnekler 6zerine %3,5 HCl i6eren 0,1 ml 20 mM FeCl<sub>2</sub> eklenerek kariştırıldı ve 5 dakika sonra 500 nm’de absorbansları 6l66ld6. Hesaplamalar i6in aşağıdaki form6l kullanıldı (Mitsuda *et al.* 1966).

FTC inhibisyon (%)=1- (6rneğin 500 nm’deki absorbans değeri/k6r 6rneğin 500 nm’deki absorbans değeri)x100.

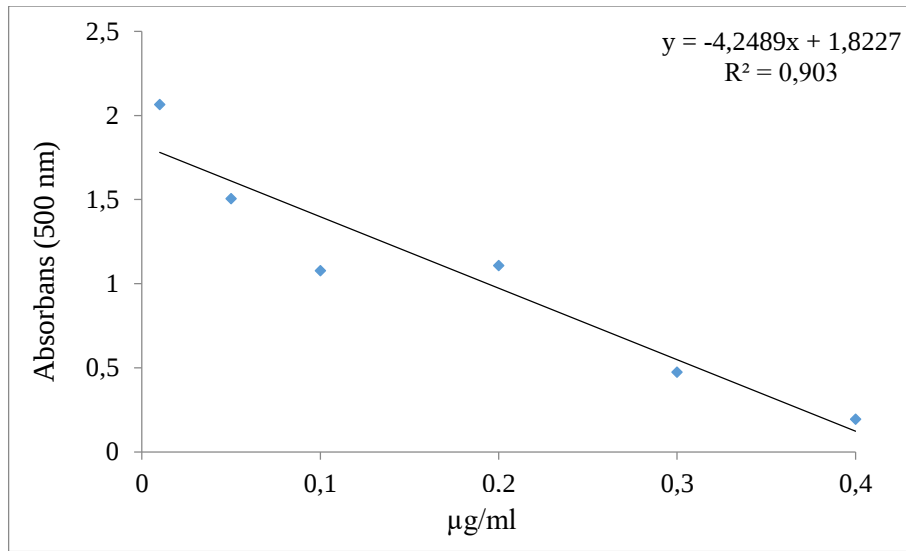
Standart 66zeltisi i6in trolox ve tokoferol kullanıldı ve aynı işlem 6z6t yerine trolox ve tokoferol kullanılarak yapıldı (şekil 12, 13, 14 ve 15).

### İlgili 66zeltiler:

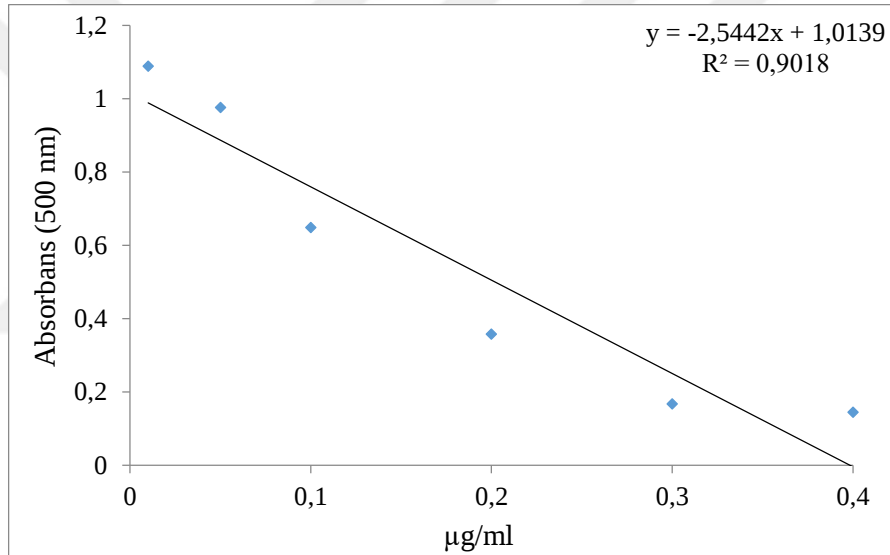
1. %30’luk NH<sub>4</sub>SCN 66zeltisinin hazırlanması: 15 gr NH<sub>4</sub>SCN saf suda 66z6ld6, hacmi 50 ml’ye tamamlandı (şerbet6i 2007).
2. Linoleik asit em6lsiyonunun hazırlanması: 0,017 M’lık linoleik asit em6lsiyonu hazırlamak i6in 265 6l linoleik asit 50 ml ve pH’sı 7,4 olan fosfat tamponuna ilave edildi. Tween-20 (50 6l) ilave edilerek karişım homojenize edildi.
3. 0,04 M pH: 7,4 fosfat tamponu hazırlanması: 1,135 g Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> alınıp 180 ml saf suda 66z6ld6 ve pH’sı 7,4’e ayarlandı. Saf su ile toplam hacmi 200 ml’ye tamamlandı.
4. %3,5’luk HCl 66zeltisinin hazırlanması: %37’lik HCl’den 9,46 ml alındı ve hacim 100 ml’ye saf suyla tamamlandı.
5. 20 mM FeCl<sub>2</sub> 66zeltisi hazırlanması: 281 mg FeCl<sub>2</sub>, %3,5’luk HCl ile 66z6lerek hacim aynı 66zeltiyle (HCl) ile 100 ml’ye tamamlandı (şerbet6i 2007).



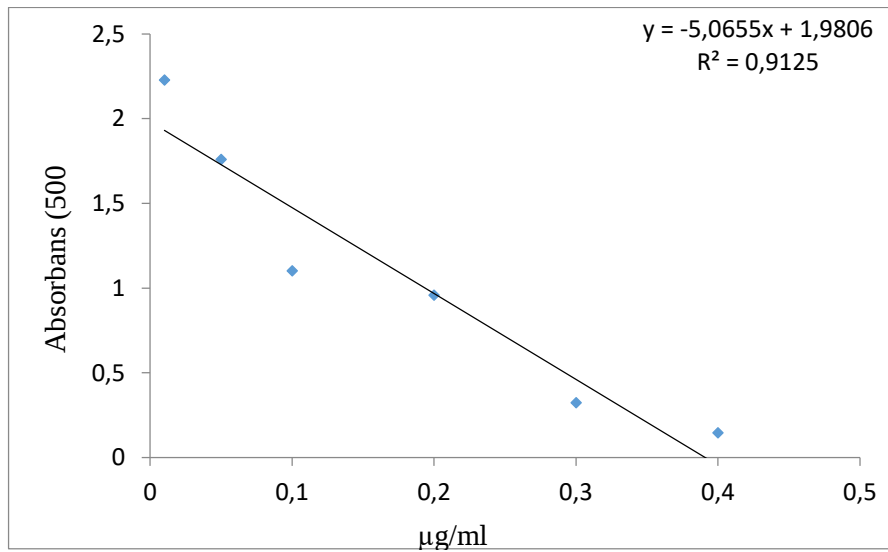
şekil 12. FTC’ye g6re Trolox ile 6alışılan standart (10. saat).



Şekil 13. FTC'ye göre Trolox ile çalışılan standart (20. saat).



Şekil 14. FTC'ye göre Tokoferol ile çalışılan standart (10. saat).



Şekil 15. FTC'ye göre Tokoferol ile çalışılan standart (20. saat).

### **Süperoksit anyonu ( $O_2^-$ ) radikali giderme aktivitesi tayini**

Özütlerin süperoksit anyon radikallerini giderme etkisi, nitroblue tetrazolium (NBT) ürünün spektrofotometrik ölçümüyle belirlendi. Bu amaçla Zhishen vd. (1999) kullandığı metot tercih edildi. Örnekler ve standart (trolox ve tokoferol) konsantrasyonları 15 µg/ml oluşacak şekilde 0.05 M'lık ve pH'sı 7.8 olan fosfat tamponu ile hazırlandı. Numune içeren 3 ml tampon çözeltiye riboflavin, EDTA ve NBT'den  $1,33 \times 10^{-5}$  M,  $4,46 \times 10^{-5}$  M ve  $8,15 \times 10^{-8}$  M konsantrasyonlarına denk gelen miktarları sırasıyla ilave edildi. Aynı deney koşullarında örnek yerine aynı miktarda saf su kullanılarak kör örnek hazırlandı. Oluşan reaksiyon karışımı oda sıcaklığında 40 dk boyunca 20 W'lık beyaz floresan ışığa maruz bırakıldı. Absorbans, köre karşı 590 nm'de okundu. Reaksiyon karışımı (3 ml): 150 µl Nitro Blue Tetrazolyum (1,5 mM NBT) çözeltisi, 300 µl EDTA (1 mM), 50 µl riboflavin (0,13 mM), 390 µl metionin (100 mM), 110 µl örnek ve 2 ml fosfat tamponu (67 mM fosfat tamponu, pH 7,8) içerir. Bu karışım üzerine hazırlanan bitki ekstraktı eklendi. Aynı deney koşullarında örnek yerine aynı miktarda saf su kullanılarak kör örnek çalışıldı. Reaksiyon karışımı 20 dakika boyunca ışık altında tutuldu ve 590 nm'de absorbansı okundu. Örnek hacmi artırılınca, fosfat tamponundan o oranda çıkarıldı. Her zaman toplam hacim 3 ml yapıldı. Tüm testler üç tekrar halinde gerçekleştirildi ve sonuçların ortalaması alındı. Trolox ve tokoferol referans bileşiği olarak kullanıldı. Aktivite yüzdesi, kontrol ve test örneklerinin sonuçları karşılaştırılarak aşağıdaki şekilde hesaplandı. Antioksidan maddeler, süproksit anyonunu etkileyerek karışımın reaksiyon hızını azalttığından karışımın 590 nm'de absorban değerini ölçerek aktivite yüzdesi hesaplanır. Düşük absorbans değeri, maddenin veya özütün yüksek antioksidan aktivitesine sahip olduğunu gösterir.

Standart için örnek yerine, 100 µl trolox ve tokoferol çözeltisi (0,025-0,05-0,1-0,2-0,3-0,4 µg/ml) kullanılarak aynı işlemler yapıldı (Şekil 16 ve 17).

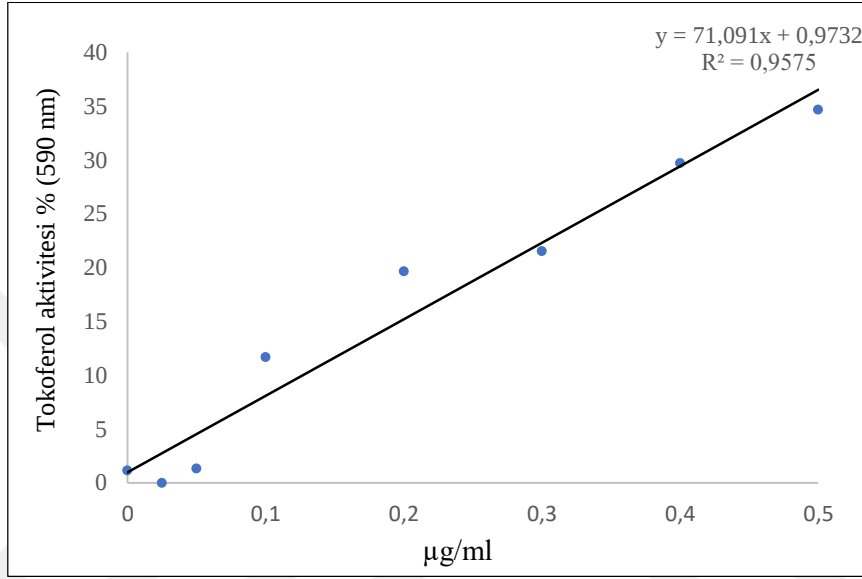
$$\text{Süperoksit Radikali Giderme Aktivitesi} = \frac{\text{KÖR Absorbansı} - \text{Örnek Absorbansı}}{\text{KÖR Absorbansı}} \times 100$$

Hesaplamada, KÖR absorbansı ışıklandırılmamış KÖR absorbansından çıkarılmıştır.

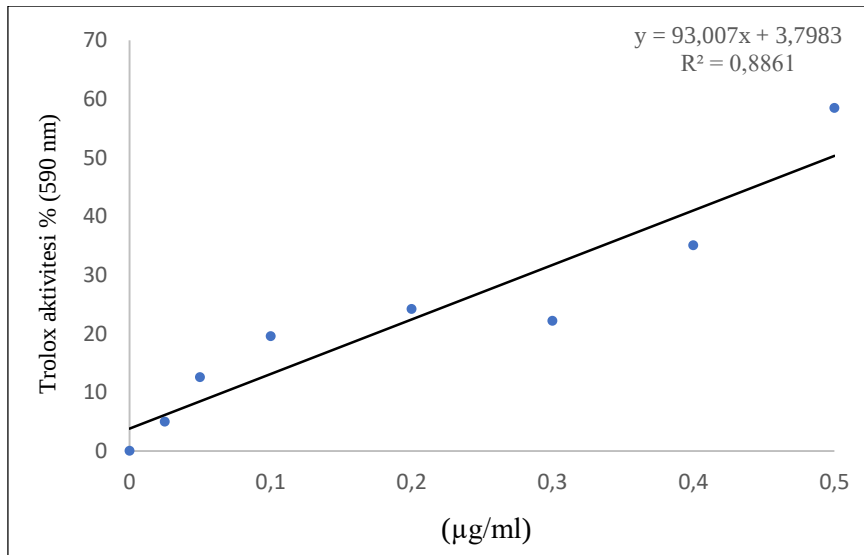
#### **İlgili çözeltiler:**

1. 67 mM fosfat tamponunun (pH 7,8): 1,9 gr  $Na_2HPO_4$  yaklaşık 180 ml distile suda çözülüp pH'sı 7,8'e ayarlandı. Toplam hacim saf su ile 200 ml olacak şekilde tamamlandı.
2. 0,13 mM'lık riboflavin: 0,005 gr riboflavin 100 ml, 50 mM ve pH'sı 7,8 olan fosfat tamponunda çözününceye kadar karıştırıldı.

3. 1 mM EDTA: 0,0186 gr EDTA, 50 ml, pH'sı 7,8 olan fosfat tamponunda çözününceye kadar karıştırıldı.
4. 1,5 mM'lık NBT: 0,06 gr NBT alındı ve toplam hacim 50 ml'ye fosfat tamponuyla (pH 7,8) tamamlandı.
5. Metionin (100 mM): 0,375 gr metionin alındı ve toplam hacim 25 ml'ye fosfat tamponuyla (pH 7,8) tamamlandı.



**Şekil 16.** Süperoksit anyonu radikali giderme aktivitesi standart grafiği (Tokoferol).



**Şekil 17.** Süperoksit anyonu radikali giderme aktivitesi standart grafiği (Trolox).

### DPPH• radikali giderme aktivitesi tayini

Ekstrelerin serbest radikal giderme aktiviteleri Blois metoduna göre yapıldı (1958). Serbest radikal olarak DPPH•'ın (1,1-Difenil 2-pikril hidrazil) 1 mM'lık çözeltisi kullanıldı. Deney tüplerine sırasıyla 10, 20 ve 30 µg/µl konsantrasyonlarında çözelti oluşturacak şekilde stok özüt çözeltileri aktarıldı ve toplam hacimleri 3 ml olacak şekilde saf etanol ile tamamlandı. Daha sonra her bir numune tüpüne stok DPPH• çözeltisinden 1 ml ilave edildi ve 30 dk oda sıcaklığı ve karanlıkta inkübe edildikten sonra köre karşı 517 nm'de absorbanları belirlendi. Kör numune için aynı miktarlarda etanol ve 1 ml DPPH çözeltisi içeren bir numune kullanıldı. Reaksiyon karışımındaki absorban düşüklüğü, DPPH radikal temizleme aktivitesinin yüksekliğini gösterir (Şekil 18 ve 19).

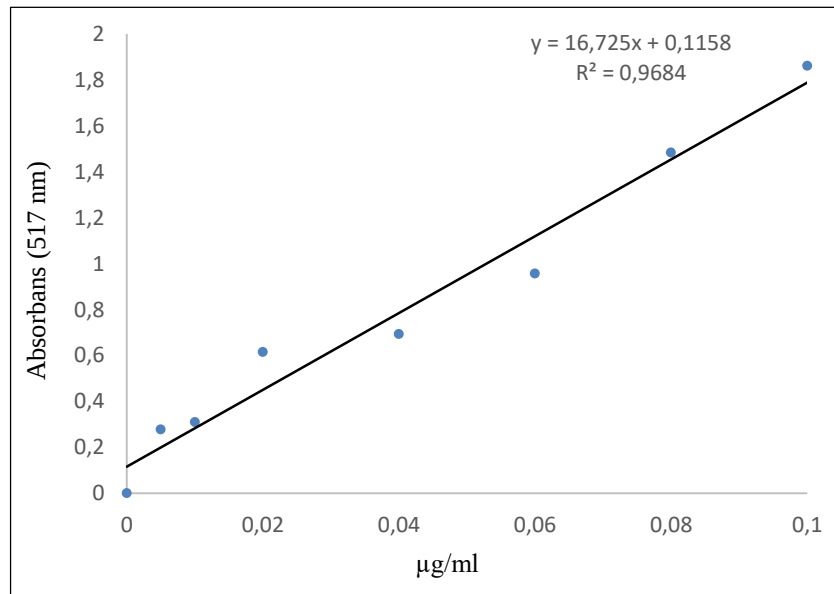
DPPH• çözeltisinin hazırlanması: 39 mg DPPH• etanolde tamamen çözününceye kadar bir gece boyunca etanolde karıştırılarak hazırlandı.

Hesaplama: DPPH radikali temizleme (%) =  $[(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$

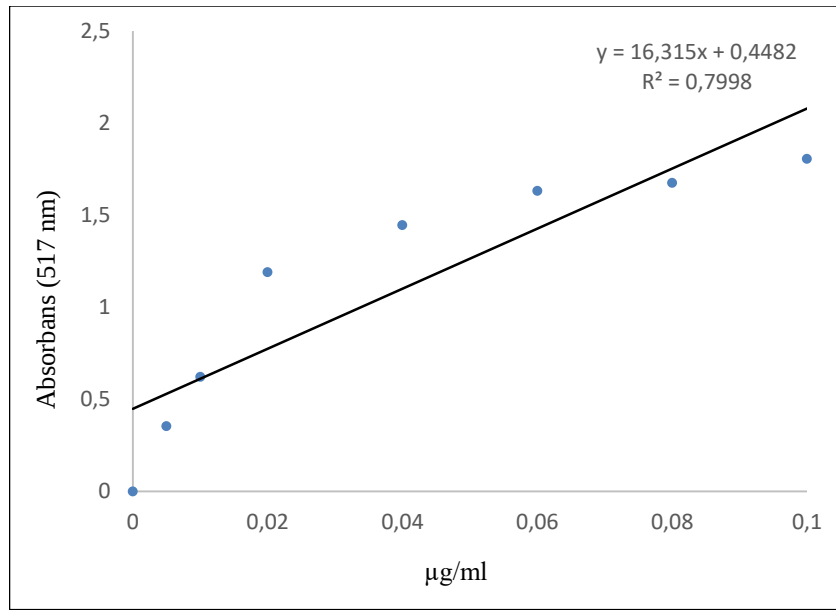
A<sub>0</sub>: DPPH radikal çözeltisinin örnek içermeyen olan absorbanı.

A<sub>1</sub>: DPPH radikal çözeltisinin ekstrakt içeren absorbanı.

DPPH• giderme aktivitesi, antioksidan maddelerin ölçümünde kullanılır. Bu yöntemde, antioksidanlar DPPH radikali etkileyerek onu DPPH'ye dönüştürürler ve bu reaksiyon sonucunda karışımın rengi koyu mor renkten açık mora döner. Reaksiyonun sonunda karışımın absorban değeri genellikle 517 nm dalga boyunda ölçülür. Elde edilen absorban değeri, ilgili formüle yerleştirilerek antioksidan aktivite yüzdesi hesaplanır.



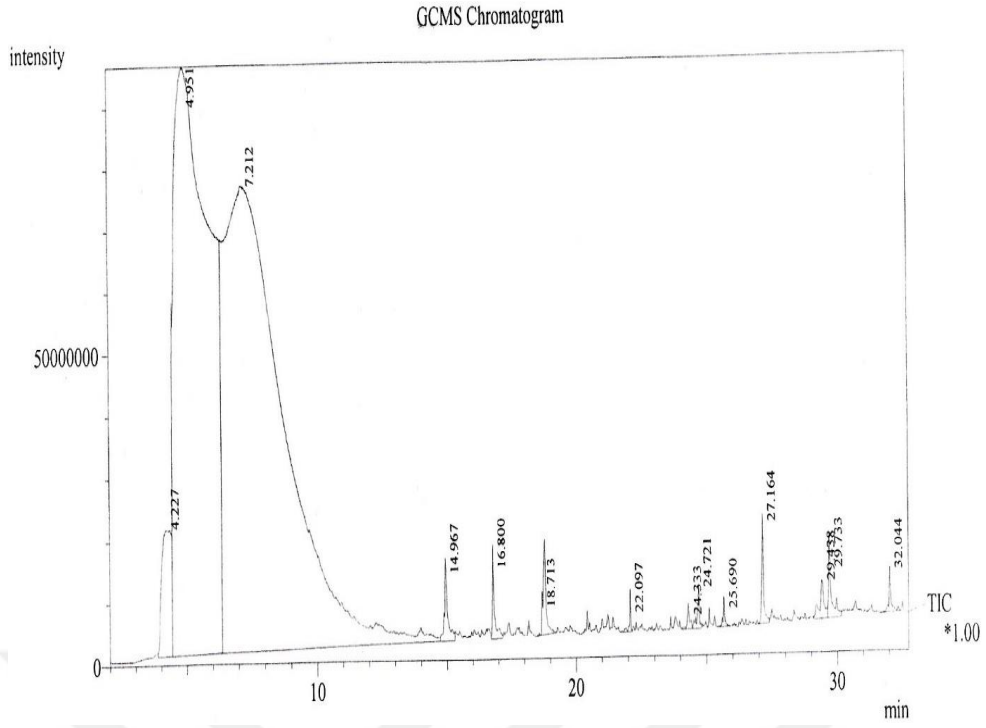
Şekil 18. DPPH• giderme aktivitesine ait standart grafik (Trolox).



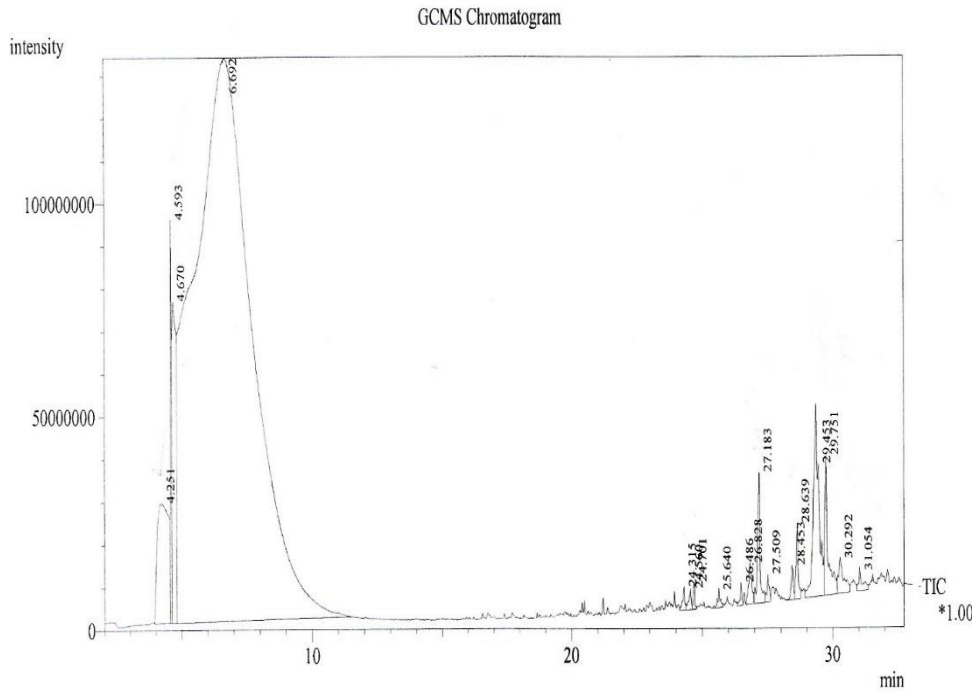
Şekil 19. DPPH' giderme aktivitesine ait standart grafik (Tokoferol).

### Bitki Özütləri Kimyasal İçeriklerinin GC-MS ile Analizi

Bitkilerin soğan (bulb) ve gövdelerinden elde edilen toplam 30 özütl, farklı polaritelerde çözücüler kullanılarak hazırlandı. Bu özütl, İran Tebriz Üniversitesi'ne bağlı bir araştırma merkezine götürüldü ve GC-MS analizi bu merkezde uzman bir kişi tarafından gerçekleştirildi. Her özütl, ekstraksiyon aşamasında kullanılan aynı çözücüyle çözüldü ve cihaza verildi. Biyoaktif bileşikler toprak üstü kısımlardan (çiçeksiz sürgünler) ve soğandan analiz edilmiştir. Bileşikleri analiz etmek için Japon Shimatsu QP-5050A (kolon DB-1) GC-MS cihazı (60 m×0,25 µM) kullanılmıştır. Numune cihaza enjekte edilmeden önce 0,1 ml numune aynı numunenin 0,9 ml çözücüsünde çözülmüş ve 1 µl'si cihaza enjekte edilerek 60°C sıcaklıkta bir dakika bekletilmiş ve 8°C artışla sıcaklık 290°C'ye yükseltilerek üç dakika bekletilmiş ve ardından sonuçlar alınmıştır. Ekstrakte edilen bileşikler, Wiley ve Nist GC-MS cihazının kullandığı kütüphane ile numunedeki maddeler karşılaştırılarak tanımlanmış ve olasılığı en yüksek olan maddelerin isimleri seçilmiştir. Özütlere ait birer örnek GC-MS kromotagramları aşağıda sunulmuştur (Şekil 20 ve 21).



Şekil 20. *A. eriophyllum* etilasetat özütüne ait GC-MS kromatogramı.



Şekil 21. *A. eriophyllum* kloroform özütüne ait GC-MS kromatogramı.

## Çimlenme Aşamasında Yapılan Deneyler

### Tohumlarının çimlenme yüzdesi, bitki uzunluğu ve kuru ağırlığı belirlenmesi

Bu aşamada çalışılan özütlerin araştırmamızda kullanılan bitkilerin tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine nasıl etki ettiği araştırılmıştır. Ancak, elde edilen özütlerin

polaritelerinden dolayı genel olarak saf suda iyi çözünmedikleri tespit edildi. Bu sorunu aşmak için Dimetilsülfoksit'in (DMSO) saf su ile hazırlanmış %1'lik (v/v) çözeltisi, çalışılan özütlerin çözünmesini sağladığı belirlendi. İlave olarak, %1'lik DMSO'nun çalışılan tohumların çimlenmesi üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı görüldü. Bu nedenle çalışılan özütler kullanmadan hemen önce %1 DMSO'da çözünmüştür.

Tohumlar ekimden önce %96 etanol ile kısa süreli olarak yıkanmış ve ardından %5'lik sodyum hipoklorit içinde 5 dakika boyunca yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Steril edilen tohumlar, daha sonra içinde iki kat steril filtre kağıdı bulunan steril Petri kaplarına (çap 9 mm) ekilmiştir. Kültür bitki tohumları (fasulye, mısır ve buğday) ile yabancı zararlı ot (*Setaria viridis*) tohumları için kontrol ve deney grupları oluşturulmuş ve çimlenme yüzdeleri günlük olarak (5 gün süreyle) izlenmiştir. Fide uzunluğu ve kuru ağırlık belirleme çalışması çimlenmenin 5. günü yapılmıştır. Çimlenme ortamlarında kullanılacak özütlerin konsantrasyonları, ön denemeler sonucunda belirlenmiştir ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda ileriki deneyler için uygun konsantrasyonlar seçilmiştir. Bunlar; her bir bitki için biri kontrol olarak saf su (%1 oranında DMSO içerir) ile ekilmiş, diğer sıra ise 1, 5, 10, 25 ve 50 ppm konsantrasyonlarda özüt içeren Petriler hazırlanmıştır. Bundan sonra, her Petri kabına tohum ebatlarına bağlı olarak 10-30 arasında tohum ekildi ve Petrilerdeki toplam çözelti miktarı 7 ml olacak şekilde ayarlandı. Her bir grup 3 tekrarlı çalışıldı. Tohumlar çimleninceye kadar 5 gün boyunca sürekli karanlık koşullarda bir inkübatörde 24 °C'de inkübe edildi. Beş gün sonra, elde edilen sonuçları değerlendirmek için önce tohumların çimlenme yüzdesi, ardından kuru ağırlık ve fide uzunluğu ölçülmüştür. Bu aşamadan elde edilen veriler, bir sonraki bölümde tablolar halinde sunulmuştur.

Çimlenme aşamasından elde edilen bulgular, *Allium eriophyllum* gövdesinin bütanolik, *Allium rotundum* ve *Allium akaka* gövdesinin hekzan ekstraktlarının 50 ppm'lik dozları, yabancı ot *Setaria viridis* bitkisinin çimlenmesi üzerinde kontrole göre en büyük engelleyici etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Buna karşılık aynı ekstraktların, mısır, fasulye ve buğday bitkilerinin çimlenmesine olumsuz etki etmediği belirlendi. Bu yüzden, çalışılan 30 bitki özütü arasından bu 3 özüt saksı aşamasındaki çalışmalar için kullanıldı.

### **Kök-gövde uzunluğu ve kuru ağırlık belirleme**

Çimlenme aşamasının 5. günü sonunda elde edilen fidelerin kök ve gövde uzunlukları ölçülerek ortalama kök ve gövde uzunlukları belirlendikten sonra, bitki kısımları 72 saat boyunca 60 °C'deki bir etüvde tutulmuş ve sonra örneklerin bir hassas terazide ortalama kuru ağırlığı belirlenmiştir (Mutlu ve Atıcı 2009).

## Saksı Aşamasında Yapılan Deneyler

Bu aşamadaki deneyler, 1,5 kg steril kum/perlit (3:1) karışımı içeren plastik saksılarda (17x15x12 cm; çap, yükseklik, taban) yürütüldü. Saksılardaki tohum çimlenmesi ve fide gelişimi, 15 gün boyunca 25±2°C'de 8/16 saat (gece/gündüz) ve yaklaşık 15,000 lux floresan ışık altında gerçekleştirilmiştir. Saksılar 9. güne kadar her gün tarla kapasitesini aşmayacak şekilde distile su ile 10. günde ise distile su yerine %50'lik Hoagland çözeltisi ile sulanmıştır. Fideler 15 günlük olduklarında (en az üç gerçek yapraklı), çimlenme deneylerinde belirlenen konsantrasyonda (50 ppm) *Allium* türlerinden elde edilen 3 özüt (*Allium eriophyllum* gövdesinin bütanolik, *Allium rotundum* ve *Allium akaka* gövdesinin hekzan özütü, bir atomizer ile fide yapraklarına 24 saat arayla, yapraklardan özüt damlayıncaya kadar, 2 kere püskürtüldü. Kontrol bitkilerine %1 DMSO içeren saf su püskürtüldü. Analiz için 20. günde hasat edilen bitkilerde önce canlılık testi yapıldı ve geri kalan numuneler tartıldıktan sonra -80 °C'lik derin dondurucuda sonraki deneyler için saklandı.

### Hücre zarındaki elektrolit sızıntı miktarının belirlenmesi (canlılık testi)

Yukarıda anlatıldığı şekilde büyütülen kontrol (saf su) ve *Allium* özütleri ile muameleli taze bitki yapraklarında elektrolit sızıntısı ölçülerek, *Setaria viridis* ve kültür bitkilerinin hücrelerdeki membran hasarı üzerindeki etkisi tespit edildi. Bunun için, kesilen kısımlardaki elektrolit kaçağını temizlemek için kesilen yapraklar steril saf su ile yıkanmıştır. Daha sonra yaprak örneklerinden her bir tüpe 0,2 gr ve 3 tekerrür olacak şekilde yerleştirilmiş ve üzerlerine 5'er ml saf su ilave edilmiştir. Tüpler oda sıcaklığında hafif çalkalamalı bir stantta 12 saat bekletildikten sonra, Elektrik Kondiktivimetre (EC Metre) cihazı ile EC<sub>1</sub> değerleri okunmuştur. Ardından tüpler 121 °C'de 15 dakika otoklavlanarak tüm dokuların tamamen ölmesi ve içeriğindeki elektrolitlerin ortama verilmesi sağlanmıştır. Otoklavlanan numuneler 25°C'ye kadar soğutulduktan sonra EC<sub>2</sub> değerleri okunmuştur. Daha sonra saksı denemesi sonunda elde edilen bitki örneklerinin elektriksel iletkenlikleri aşağıdaki formüle göre %EC olarak belirlenmiştir (Griffith *et al.* 1992; Kaya *et al.* 2013).

$$\%EC = (EC_1 - EC_2) \times 100$$

EC<sub>1</sub> = Tuzluluk stresindeki yaprağın otoklav edilmeden önceki EC değeri.

EC<sub>2</sub> = Tuzluluk stresindeki yaprağın otoklav edildikten sonraki EC değeri.

### Klorofil miktarı tayini

Bitki yapraklarında klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil miktarlarını tespit etmek amacıyla Lichtenthaller, (1987) tarafından geliştirilen yöntem kullanılmıştır. Bu prosedür kapsamında, 0,5 gr yaprak örnekleri sıvı azot ile un haline getirildikten sonra 10 ml soğuk

aseton (-20°C) ile homojenize edilmiştir. Homojenizasyon işlemi sonrasında elde edilen ekstrakt, 1000 rpm'de 5 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası süpernatantlar toplanarak 645 ve 663 nm dalga boylarında absorbans değerleri spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Kontrol olarak aseton kullanılmıştır. Üç farklı dalga boyunda elde edilen absorbans değerleri aşağıdaki formüllere yerleştirilerek, bitki yaprak dokusunun 1 gramında bulunan klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil miktarları mg/doku cinsinden hesaplanmıştır:

$$\text{mg klorofil a/gr doku} = [(12,7 \times D_{663}) - (2,69 \times D_{645})] \times (V/1000 \times W)$$

$$\text{mg klorofil b/gr doku} = [(22,9 \times D_{645}) - (4,68 \times D_{663})] \times (V/1000 \times W)$$

$$\text{mg toplam klorofil/gr doku} = [(20,2 \times D_{645}) + (8,02 \times D_{663})] \times (V/1000 \times W)$$

Bu eşitliklerde, D belirtilen dalga boylarında klorofil ekstraktının absorbans değerini, V %80'lik asetonun son hacmini ve W ekstrakte edilen dokunun gram olarak yaş ağırlığını temsil etmektedir.

### **Lipid peroksidasyonu (LPO) seviyesinin belirlenmesi**

Bitkiler strese maruz kaldığında, metabolizmanın dengesizliğinden dolayı aşırı miktarda üretilen ROS, hücre membranlarındaki doymamış lipidlerin peroksidasyonuna (LPO) neden olup hücre ve dokulara büyük hasar verir. Hücre zarlarında ortaya çıkan bu hasarın derecesi ölçülerek stresin hücrelerde ve dokularda oluşturduğu hasar belirlenebilmektedir. Lipidler perokside olduklarında Malondialdehid (MDA) olarak adlandırılan bir bileşik üretilir. Dokularda içsel MDA miktarı ölçülerek, hücre membranı lipidlerinin perokside seviyesi hakkında bilgi edilir. Deneyin yapılış aşamaları aşağıdaki gibi gerçekleştirilmiştir:

Öncelikle, 0,5 gr doku örneği (yaprak) sıvı azotta ve ardından 5 ml %1'lik TCA içinde iyice homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenat, +4°C'de 10.000 x g'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası süpernatant kısmından 0,5 ml alınarak üzerine 2 ml TBA çözeltisi (Çözelti B) ilave edilmiştir. Kontrol (Kör) örnek için süpernatant kısmından 0.5 ml alınmış ve üzerine 2 ml saf su eklenmiştir. Aynı işlemler kontrol örnek için de uygulanmıştır. Reaksiyon karışımı 95°C'de su banyosunda 20 dakika inkübe edilmiş ve ardından tüpler hemen buz banyosuna alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Soğutulan örnekler tekrar 10.000x g'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Tüplerin süpernatant kısmından 200 µl alınarak absorbans değerleri 450, 532 ve 600 nm'de multiscan mikro plaka okuyucusunda ölçülmüştür (Ananieva *et al.* 2002).

Hesaplama:

$$\text{MDA (nmol/ml)} = [(A_{532} - A_{600}) - (A_{450} - A_{600}) \times (0,0571)] / 157000 \times 10^6$$

### **Gerekli çözeltiler:**

Çözelti A: %5 lik TCA (trikloroasetik asit): Bu çözeltiden 100 ml hazırlamak için 80 ml saf su içerisine 5 gr TCA ilave edildi. TCA tam olarak çözünene kadar karıştırıldı ve son hacim 100 ml'ye tamamlandı ve kullanmadan önce +4 °C dolaba alındı.

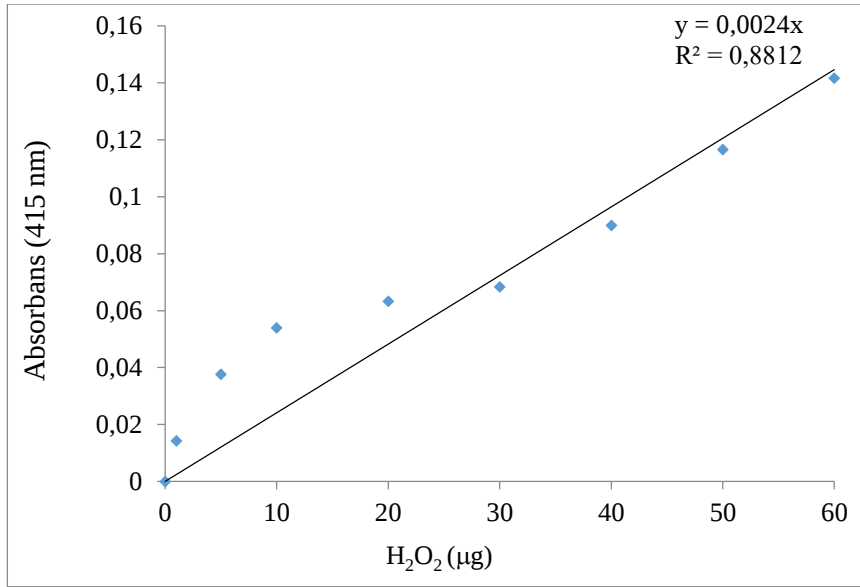
Çözelti B: %1'lik TBA (%20'lik TCA içerisinde): Bu çözeltiden 25 ml hazırlamak için Önce 20 ml saf su içinde 5 gr TCA çözüldü ve içerisine 0,25 gr TBA (Tiobarbuturik asit) ilave edildi ve iyice karıştırıldıktan sonra son hacim 25 ml'ye tamamlandı.

### **Hidrojen peroksit miktarının belirlenmesi**

Hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) miktarının belirlenmesi için; 0,5 gr yaprak alınarak sıvı azotta ve 10 ml soğuk aseton (-20°C) içinde homojenize edildikten sonra homojenat +4°C'de 10.000 x g'de 10 dakika santrifüj edildi. Daha sonra elde edilen süpernatantın 1,5 ml'si 0,15 ml %5'lik Ti(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> (titanyum disülfat) ve 0,3 ml %19'luk NH<sub>4</sub>OH (amonyum hidroksit) ile karıştırıldı. Çökelek oluşuktan sonra karışım +4°C'de 10.000 x g'de 10 dakika daha santrifüj edildi. Tüpün süpernatant kısmı uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen pelet 3 ml 2 M'lık H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (sülfürik asit) içinde çözüldü ve 415 nm'de absorbansı ölçülerek kaydedildi. Bu ortalama absorbans değerleri, daha önceden hazırlanacak standart grafik yardımıyla nanogram cinsinden H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> miktarına dönüştürüldü. Sonuçlar gr yaprak başına düşen H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> miktarı (µg/gr yaprak) olarak sunuldu (Havir and Mchale 1987). Standart grafiği hazırlamak için 3 mM %35'lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> stok çözeltisi kullanılmıştır. Stok çözeltiden tüplere sırasıyla 10., 20, 30, 40, 50 ve 60 µg H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeren hacimler alınmış ve üzerleri aseton ile 1.5 ml'ye tamamlanmıştır Daha sonra karışım üzerine 0,15 ml %5'lik Ti(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> ve 0,3 ml %19'luk NH<sub>4</sub>OH eklenmiştir. Tüpte çökelek oluşuktan sonra +4°C'de 8.500 xg'de 15 dk daha santrifüj edilmiştir. Süpernatantı atılan tüplerdeki peletin üzerine 3 ml 2 M'lık H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eklenip çözüldükten sonra absorbansı 415 nm'de köre karşı okundu. Her bir absorbansa karşılık gelen µg (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) değerlerinden faydalanarak standart grafik oluşturuldu (Şekil 22).

### **İlgili çözeltilerin hazırlanışı:**

1. %5'lik Ti(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> (titanyum disülfat çözeltisi): 1 gr Ti(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 15 ml saf suda iyice çözüldükten sonra son hacmi 20 ml yapıldı.
2. %19'luk NH<sub>4</sub>OH (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> miktarının belirlenmesinde kullanıldı): 4,16 ml NH<sub>4</sub>OH, 15 ml saf suda çözüldükten sonra son hacmi 20 ml yapıldı.
3. 2 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: 40 ml %98'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> alındı ve 160 mL saf su içerisine ilave edildikten sonra son hacmi 200 ml'ye tamamlanarak hazırlandı.



**Şekil 22.** H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> miktarının belirlenmesine ait standart grafik.

### İstatistik Analiz

Proje çalışmaları aşamalarında, her bir uygulamadan üç bağımsız örnek (3 paralel) ve her bir örnekten 2 tekerrür yapıldıktan sonra elde edilen 6 değerın ortalaması kullanılmıştır. Sonuçların karşılaştırılması, SPSS 18 paket programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile yapıldıktan sonra gruplar arasındaki farklılıklar  $p < 0.05$  önem seviyesinde Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılarak belirlenmiştir.

## ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu çalışma, İran'da doğal olarak yetişen *Allium eriophyllum* Boiss. (*Allium longisepalum* Bertol.), *Allium akaka* L. ve *Allium rotundum* L. bitkilerinin çiçeksiz gövde ve soğan kısımlarından elde edilen ekstraktların sekonder metabolitlerini araştırmak ve ayrıca bu özütlerin allelopatik ve antioksidan etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma sürecinde, bitkilerin çiçeksiz gövde ve soğanları öncelikle kurutulmuş ve un haline getirilmiştir. Daha sonra, metanol kullanılarak bu materyallerden ham ekstraktlar elde edilmiştir. Her bir bitki organı için hekzan, diklorometan, kloroform, etil asetat ve bütanol gibi farklı polariteye sahip beş çözücü ile ayrı ayrı ekstraksiyon işlemleri yapılarak toplamda her bitkiden 10 farklı ekstrakt elde edilmiştir. Elde edilen bu ekstraktlar, gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS) ile detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Araştırmanın son aşamasında ise, farklı konsantrasyonlarda elde edilen özütlerin allelopatik etkileri ile antioksidan özellikleri belirlenmiştir. Bu çalışma, bitkisel kaynaklı biyoaktif bileşiklerin potansiyel sağlık yararlarını ve çevresel etkilerini anlamak için önemli bir adım teşkil etmektedir.

### Bitkilerin Ekstrakt (Özüt) Verimleri

Çalışılan *Allium* türleri, İran'da bulundukları doğal yerlerden toplandı. Toplama yönteminde bitkilerin bulunduğu habitat veya çevresel koşullar dikkate alınarak, bitkilerin zarar görmeden toplanması sağlandı. Toplanan bitkiler, daha sonra laboratuvar ortamında özütleme işlemine tabi tutuldu. Özütleme işlemi, bitkilerin içeriğindeki aktif maddelerin ayrıştırılması amacıyla yapılan bir ekstraksiyon sürecidir. Bu süreçte, bitkilerin uygun çözücüler kullanılarak aktif bileşenleri çıkarıldı. Özütleme işleminden sonra elde edilen özütler, hassas terazide tartıldı. Bu tartım işlemi, özütün ne kadarının elde edildiğini belirlemek için yapıldı. Tartım işlemi tamamlandıktan sonra, elde edilen özütlerin yüzde miktarı hesaplandı. Bu hesaplama, başlangıçtaki bitki miktarına göre ne kadar özüt elde edildiğini gösterdi ve bu değerler yüzde olarak ifade edildi. Bu süreç, bitkisel ürünlerin etkinliğini ve verimliliğini belirlemek için önemli bir adımdır (Tablo 5).

**Tablo 1.** *Allium* türlerine ait gövde ve soğanlarından elde edilen özütlerin %verimleri.

|                           |       |              |       |
|---------------------------|-------|--------------|-------|
| <i>Allium eriophyllum</i> | Gövde | Hekzan       | 0,242 |
|                           |       | Diklorometan | 0,189 |
|                           |       | Kloroform    | 0,02  |
|                           |       | Etilasetat   | 0,08  |
|                           |       | Bütanol      | 0,83  |
|                           | Soğan | Hekzan       | 0,17  |
|                           |       | Diklorometan | 1,00  |
|                           |       | Kloroform    | 0,28  |
|                           |       | Etilasetat   | 0,42  |
|                           |       | Bütanol      | 1,34  |
| <i>Allium akaka</i>       | Gövde | Hekzan       | 1,01  |
|                           |       | Diklorometan | 1,23  |
|                           |       | Kloroform    | 0,05  |
|                           |       | Etilasetat   | 0,35  |
|                           |       | Bütanol      | 1,29  |
|                           | Soğan | Hekzan       | 0,76  |
|                           |       | Diklorometan | 0,08  |
|                           |       | Kloroform    | 0,05  |
|                           |       | Etilasetat   | 1,59  |
|                           |       | Bütanol      | 1,04  |
| <i>Allium rotundum</i>    | Gövde | Hekzan       | 0,28  |
|                           |       | Diklorometan | 0,47  |
|                           |       | Kloroform    | 0,16  |
|                           |       | Etilasetat   | 0,98  |
|                           |       | Bütanol      | 0,40  |
|                           | Soğan | Hekzan       | 0,07  |
|                           |       | Diklorometan | 0,07  |
|                           |       | Kloroform    | 0,03  |
|                           |       | Etilasetat   | 0,11  |
|                           |       | Bütanol      | 0,22  |

Tablo 1 incelendiğinde, farklı *Allium* türlerinin çeşitli çözücüler kullanılarak elde edilen özütlerinin yüzde miktarları görülebilmektedir. Kullanılan çözücülerde bulunan maddeler, örneğin bir organa fazla miktarda geldiyse, diğer organlara ise daha az miktarda gelmiştir. Bu durum, bitkilerden elde edilen özütlerdeki bileşen dağılımının çözücüye bağlı olarak değişiklik gösterdiğini ve bu değişikliklerin bitkilerin kimyasal bileşimleri ile ilişkili olduğunu gösterir. Bunu açıklamak için birkaç olası neden vardır (Heinrich *et al.* 2007; Doughari 2012). Bunlar:

Polarite Farkı: Çalışılan çözücülerin polarite düzeyleri farklı olduğundan, polar bileşenler bir çözücüde daha iyi çözünebilirken, apolar bileşenler başka bir çözücüde daha iyi çözünebilir. Örneğin, etil asetat gibi kısmen polar çözücüler genellikle daha polar bileşenleri iyi çözerken, hekzan gibi apolar çözücüler apolar bileşenleri tercih eder.

**Kimyasal Özellikler:** Bitki bileşikleri çeşitli kimyasal gruplara sahiptir (örneğin, hidroksil grupları, karboksil grupları, esterler vb.). Bu kimyasal gruplar farklı çözücülerle farklı etkileşim gösterebilir, bu da çözücüye bağlı bileşim değişikliklerine neden olabilir.

**Bitki Dokusundaki Dağılım:** Bitkilerdeki bileşikler farklı dokularda farklı dağılımlar gösterebilir. Bir çözücü, belirli bir dokudan daha fazla bileşik çözebilirken, başka bir çözücü farklı bir doku üzerinde daha etkili olabilir. Örneğin, yapraklar, yumrular, soğanlar ve kökler arasında bileşen dağılımı farklı olabilir.

Bu veriler, farklı çözücülerin bitkilerden elde edilen özütlerin bileşim ve miktarı üzerindeki etkilerini detaylandırarak, bitki bileşiklerinin çeşitli alanlarda nasıl kullanılabileceğini anlamamıza yardımcı olur. Örneğin, farmasötik, allelopatik vb. uygulamalar veya doğal ürünlerin biyolojik aktiviteleri üzerine araştırmalar için bu veriler önemli bir kaynak teşkil edebilir. Bu üç yabancı *Allium* türleriyle ilgili olarak ilk kez polariteleri böyle geniş spektrumda olan çözücülerle ekstraktlar elde edilmiştir. Bu nedenle elde edilen verilerin literatür için önemli olacağı değerlendirilmiştir.

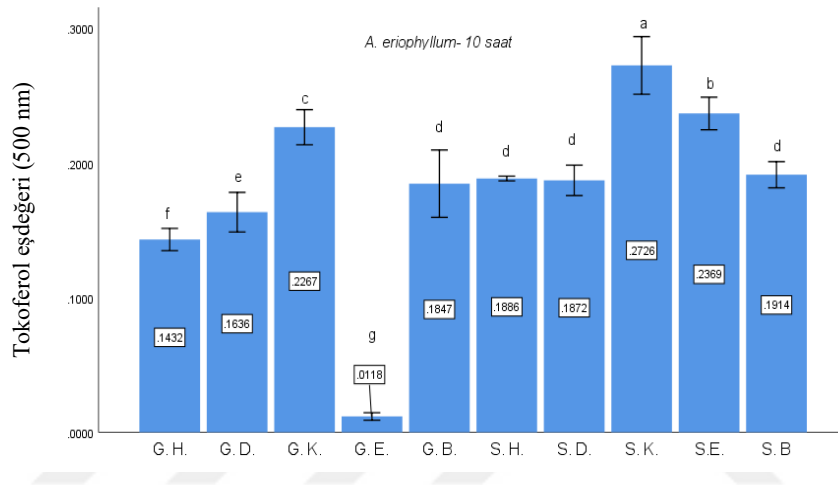
### **Çalışılan Özütlerin Antioksidan Kapasitelerine Ait Bulgular**

Antioksidanlar, hücrelerdeki reaktif oksijen türleri (ROS) olarak bilinen süperoksit anyonu ( $O_2^-$ ), hidroksil radikali ( $OH\cdot$ ) ve  $H_2O_2$  gibi bileşiklerle etkileşime girerek bunların zararlı etkilerini engelleyen bileşiklerdir. ROS'lar, bir veya daha fazla eşleşmemiş elektron içeren ve kısa yarı ömre sahip oldukça dengesiz ve reaktif bileşiklerdir. ROS'lar, hücre zarı lipitleri, DNA, karbonhidratlar ve proteinler gibi biyomolekülleri okside ederek hücrelerde toksik etki gösterirler. Antioksidanlar, ROS'ların biyolojik hedeflerine zarar vermeden önce bunları parçalayarak, peroksidatif zincir reaksiyonlarını önleyerek, oksijenin daha reaktif bileşiklere dönüşmesini önleyerek veya oksidanların neden olduğu hasarı azaltarak etki gösterirler. Alelopatik stres altındaki bir bitkide, artmış oksidatif stres ROS seviyelerinin yükselmesi ve antioksidan seviyelerinin azalması ile karakterizedir (Apel and Hirt 2004; Halliwell and Gutteridge 2015).

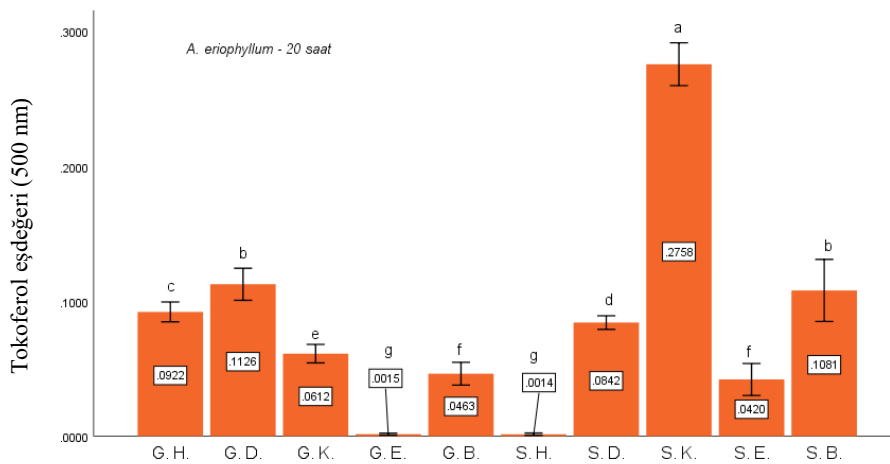
Günümüzde, ROS'ların etkilerini değerlendirmek için bir dizi yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemler arasında ABTS<sup>•</sup> radikalini giderme, DPPH<sup>•</sup> radikalini giderme, süperoksit ( $O_2^-$ ) radikalini giderme, demir (III) indirgeme (FRAP), ve total antioksidan kapasitesi (TAC) aktivitesi ölçümleri öne çıkmaktadır. Bu radikal giderme yöntemleri, pratik uygulama kolaylığı, yüksek duyarlılık ve hızlı analiz süreçleri gibi avantajlarıyla bilinmektedir ve bu nedenle yaygın olarak tercih edilmektedir.

### Ferrik tiyosiyanat (FTC) metoduna göre toplam antioksidan kapasitesi bulguları

Çalışmada ekstraktların toplam antioksidan aktiviteleri Ferrik Tiyosiyanat Yöntemi (FTC) kullanılarak tespit edilmiştir. Bu yöntem, linoleik asidin otooksidasyonu sonucu oluşan peroksitlerin spektrofotometrik olarak ölçülmesine dayanır. Absorbans değerinin yüksek olması, reaksiyon sırasında oluşan toplam peroksit miktarının fazla olduğunu gösterir. Ortamdaki peroksit,  $Fe^{2+}$ 'yi  $Fe^{3+}$ 'e oksitleyerek, amonyum tiyosiyanat ( $NH_4SCN$ ) ile bir kompleks oluşturur ve bu kompleks spektrofotometrede ölçülebilir bir renk meydana getirir. Absorbans artışı, linoleik asidin yüksek bir peroksidasyonunu gösterir; buna karşılık düşük absorbans, antioksidan kapasitenin yüksek olduğuna işaret eder.

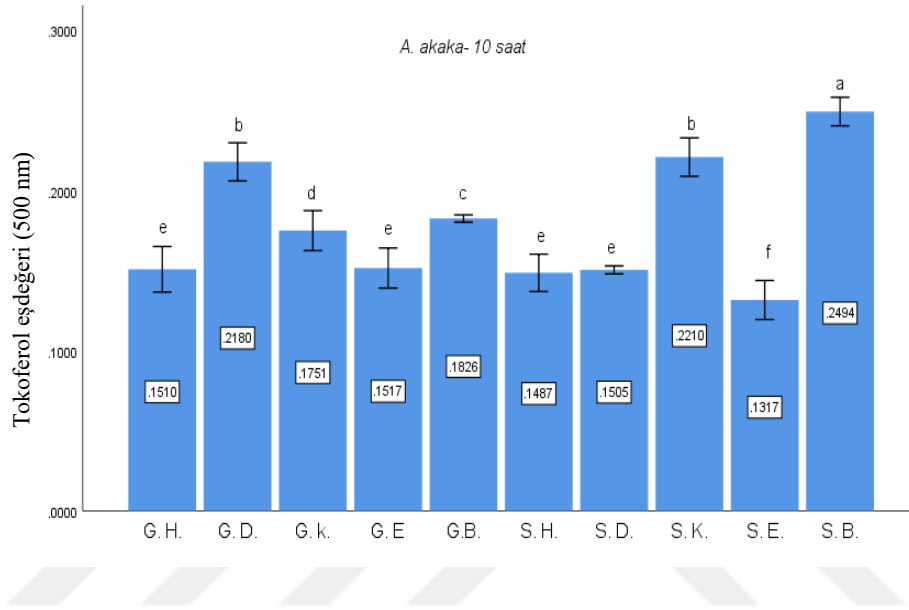


**Şekil 23.** *A. eriophyllum* özütlerinin FTC metoduna göre 10. saat tokoferol eşdeğeri antioksidan aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

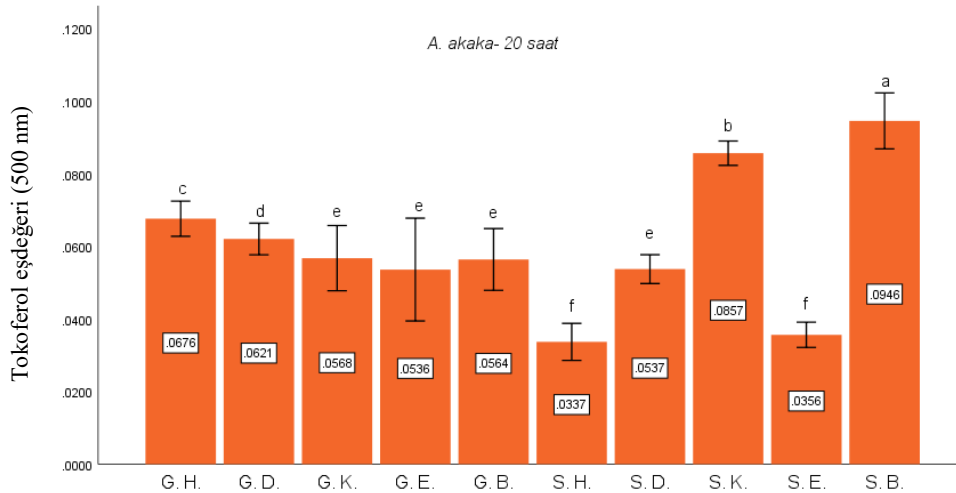


**Şekil 24.** *A. eriophyllum* özütlerinin FTC metoduna göre 20. saat tokoferol eşdeğeri antioksidan aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

Şekil 23'de görüldüğü gibi, *A. eriophyllum* gövde kısmının etilasetat özütü, 10 saatlik inkübasyon süresinde en yüksek antioksidan aktivitesine sahiptir. Aynı bitkinin soğan kısmının kloroform özütü ise en düşük aktiviteye sahip özüt olarak belirlenmiştir. Zaman geçtikçe özütlerin antioksidan aktivitesi artmaktadır. Buna karşılık, 20. saat sonra absorbands değerleri düşük olduğundan, özütlerin antioksidan aktivitesi yüksektir (Şekil 24). En yüksek aktivite, gövde kısmının etilasetat özütü ile soğan kısmının hekzan özütünde, en düşük aktivite ise soğan kısmının kloroform özütünde gözlemlenmiştir.

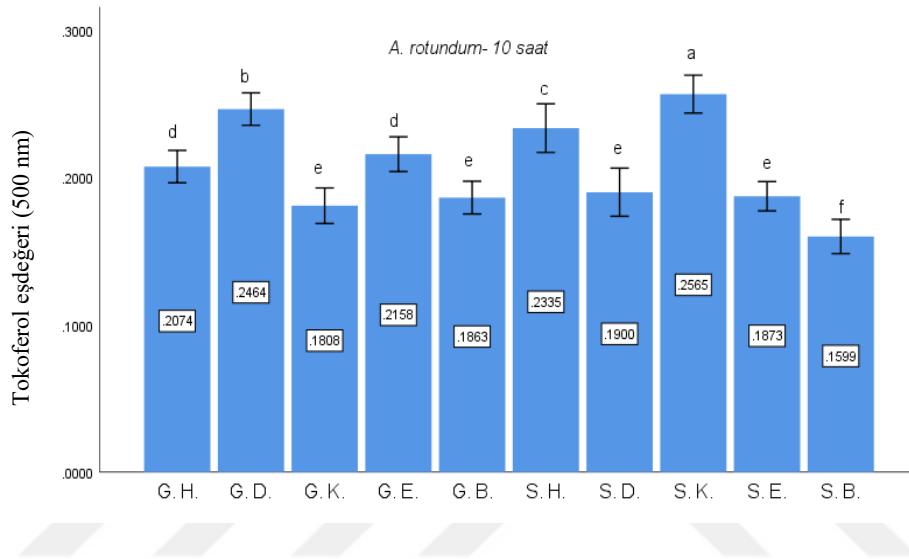


**Şekil 25.** *A. akaka* özütlerinin FTC metoduna göre 10. saat tokoferol eşdeğeri antioksidan aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

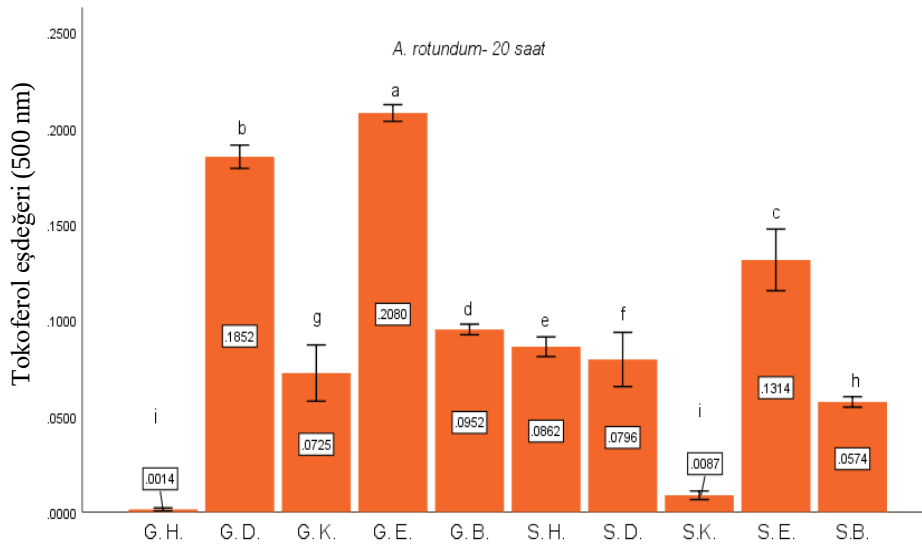


**Şekil 26.** *A. akaka* özütlerinin FTC metoduna göre 20. saat tokoferol eşdeğeri antioksidan aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

*Allium akaka* özütlerinin 10 saatlik inkübasyon süresindeki antioksidan aktivitesi, *A. eriophyllum* özütlerine göre daha düşüktür (Şekil 25). En yüksek antioksidan aktivite, soğan kısmının etilasetat özütünde gözlemlenirken, en düşük aktivite soğan kısmının bütanol özütünde görülmüştür. 20 saatlik inkübasyon süresinde ise antioksidan aktivite, 10 saatlik inkübasyon süresine göre daha yüksek bulunmuştur (Şekil 26). Bu sürede, en yüksek antioksidan aktivite soğan kısmının hekzan ve etilasetat özütlerinde, en düşük aktivite ise soğan kısmının kloroform ve bütanol özütlerinde tespit edilmiştir.



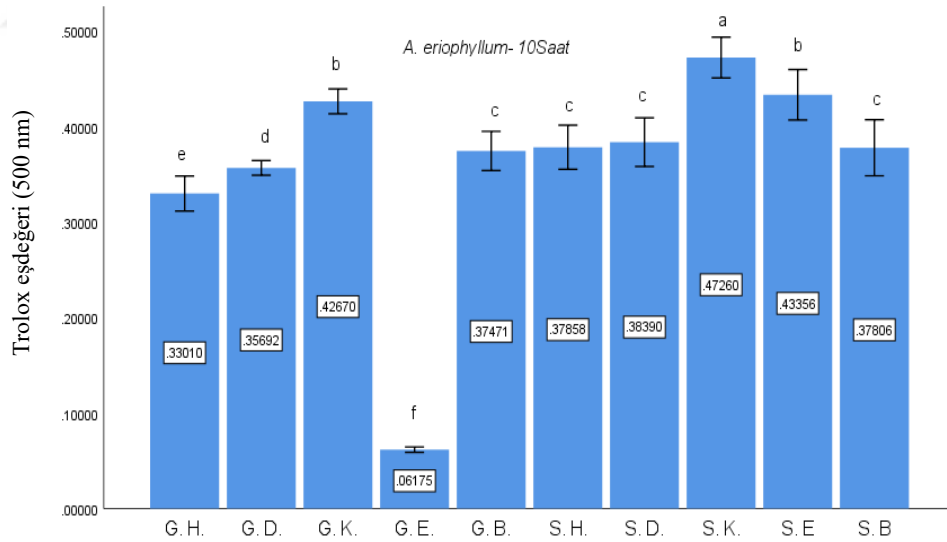
**Şekil 27.** *A. rotundum* özütlerinin FTC metoduna göre 10. saat tokoferol eşdeğeri antioksidan aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.



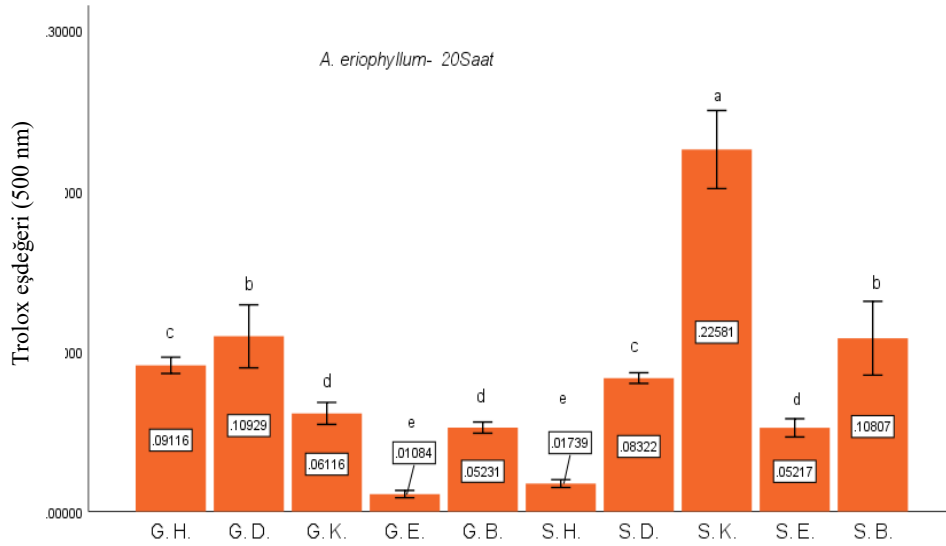
**Şekil 28.** *A. rotundum* özütlerinin FTC metoduna göre 20. saat tokoferol eşdeğeri antioksidan aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

*Allium rotundum* özütlerinin 10 saatlik inkübasyon süresindeki antioksidan aktivitesi *A. eriophyllum* özütlerine göre genelde daha düşük bulunmuştur (Şekil 27). En yüksek antioksidan aktivite, soğan kısmının bütanol özütünde gözlemlenirken, en düşük aktivite gövde etilasetat ve diklorometanda olmuştur. 20 saatlik inkübasyon süresinde ise antioksidan aktivite, 10 saatlik inkübasyon süresine göre daha yüksek bulunmuştur (Şekil 28). Bu sürede, en yüksek antioksidan aktivite gövdenin hekzan (0.0014), soğan kısmının kloroform (0.0087) ve bütanol (0.574) özütlerinde, en düşük aktivite ise gövde kısmının diklorometan (1.852) ve etilasetat (0.075) özütlerinde tespit edilmiştir.

*Allium* türlerinin FTC indirgeme potansiyallerinin belirlenmesinde kullanılan bir diğer standart sentetik antioksidan Trolox'tur. *A. eriophyllum* özütlerinin absorbans değerleri, Trolox kullanılarak oluşturulan standart grafik ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler, 10 saatlik inkübasyon süresi sonunda *A. eriophyllum*'un gövde kısmının etilasetat özütünün en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu, soğan kısmının kloroform özütünün ise en düşük aktiviteyi gösterdiğini ortaya koymuştur (Şekil 29). 20 saatlik inkübasyon süresinde antioksidan aktivitenin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu süre zarfında, gövde kısmının etilasetat özütü ile soğan kısmının hekzan özütleri en yüksek antioksidan aktiviteyi sergilerken, soğan kısmının kloroform özütünün en düşük aktiviteyi gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 30).

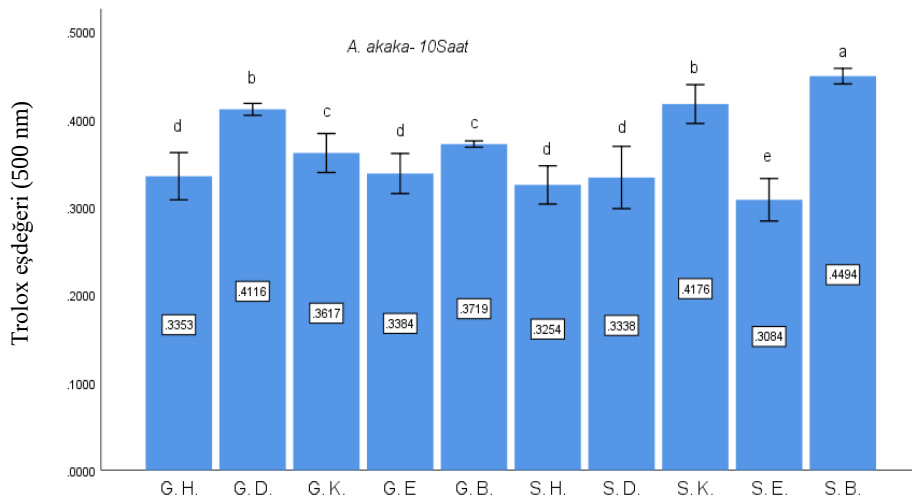


**Şekil 29.** *A. eriophyllum* özütlerinin FTC metoduna göre 10. saat trolox eşdeğeri antioksidan aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

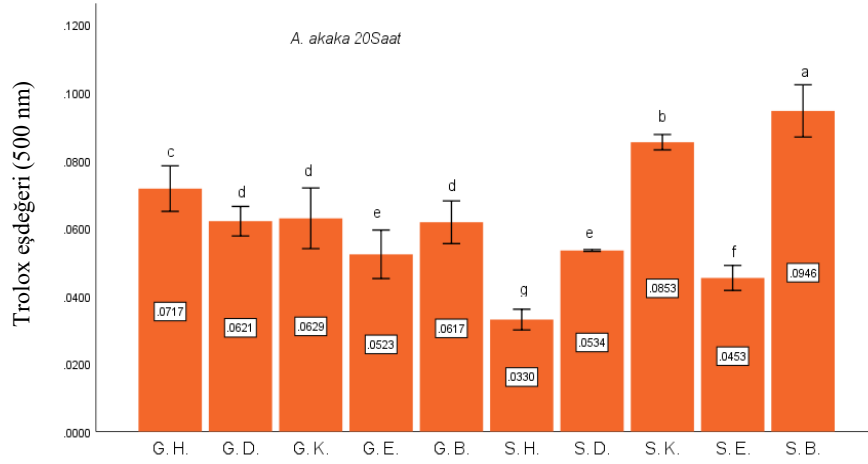


**Şekil 30.** *A. eriophyllum* özütlerinin FTC metoduna göre 20. saat trolox eşdeğeri antioksidan aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

*Allium akaka* özütlerinin Trolox ile karşılaştırılan 10 saatlik absorbans değerlerinin grafik analizi, 20 saatlik absorbans değerlerine kıyasla daha düşük aktivite gösterdiğini ortaya koymuştur (Şekil 30 ve 32). Bu süre zarfında, soğan kısmının etilasetat özütünün en yüksek aktiviteyi sergilediği, buna karşın soğan kısmının bütanol özütünün en düşük aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. 20 saatlik incelemede ise soğan kısmının etilasetat özütünün en yüksek aktiviteyi göstermeye devam ettiği, buna karşılık soğan kısmının bütanol özütünün en düşük aktiviteyi sergilediği tespit edilmiştir.

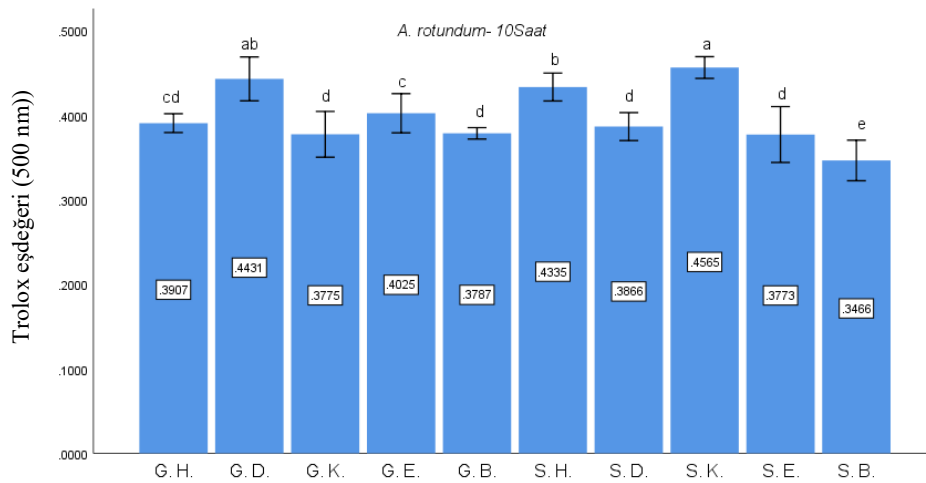


**Şekil 31.** *A. akaka* özütlerinin FTC metoduna göre 10. saat trolox eşdeğeri antioksidan aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

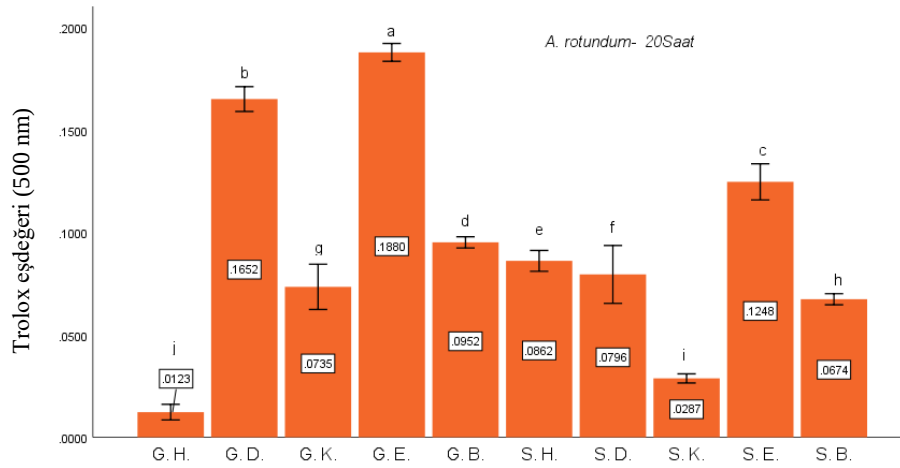


**Şekil 32.** *A. akaka* özütlerinin FTC metoduna göre 20. saat trolox eşdeğeri antioksidan aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

*Allium rotundum* özütlerinin trolox ile kıyaslanan antioksidan aktiviteleri incelenmiştir. Absorbans değerleri ve buna bağlı aktivitelerin 10 saatlik inkübasyonda düşük, 20 saatlik inkübasyonda ise yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 33 ve 34). 10 saatlik sürede, soğan kısmının bütanol özütü en yüksek antioksidan aktiviteye sahipken, soğan kısmının kloroform özütü en düşük antioksidan aktiviteye sahiptir. 20 saatlik sürede ise, gövde kısmının hekzan özütü ve soğan kısmının kloroform özütleri en yüksek antioksidan aktiviteyi gösterirken, gövde kısmının etilasetat özütü en düşük aktiviteyi sergilemiştir.



**Şekil 33.** *A. rotundum* özütlerinin FTC metoduna göre 10. saat trolox eşdeğeri antioksidan aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.



**Şekil 34.** *A. rotundum* özütlerinin FTC metoduna göre 20. saat trolox eşdeğeri antioksidan aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

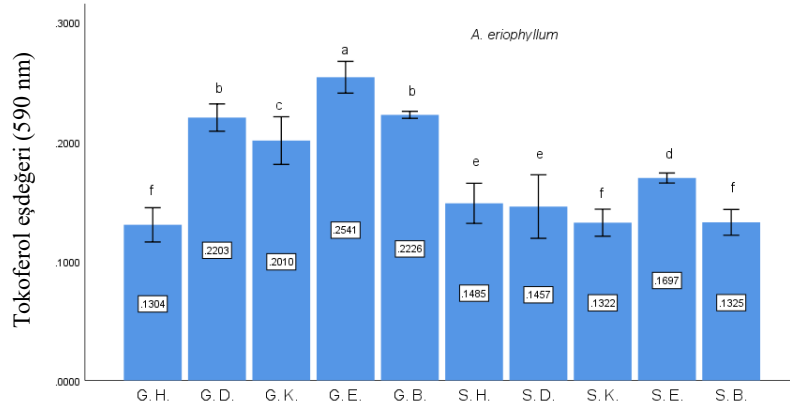
### Süperoksit ( $O_2^{\cdot-}$ ) radikali giderme aktivitesi bulguları

Süperoksit anyonu radikali ( $O_2^{\cdot-}$ ), moleküler oksijenin ( $O_2$ ) bir elektron alarak indirgenmesiyle oluşan son derece instabil bir radikaldır. Bu radikal doğrudan hücrelere zarar verme eğiliminde düşüktür; ancak hücrel membranlarda lipid peroksidasyonunu başlatarak ve metal iyonlarını indirgeyerek hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) ve diğer radikallerin önemli bir kaynağı olabilir. Sonuç olarak, süperoksit anyonu radikalının artışı ciddi doku hasarlarına yol açabilir (Halliwell and Gutteridge 2015).

Süperoksit anyon ( $O_2^{\cdot-}$ ) radikali (SAR) temizleme aktivitesi, hücrelerin oksidatif hasardan korunması ve genel sağlığın sürdürülmesi açısından kritik bir rol oynar. SAR'ların biyolojik sistemlerde fazla miktarda bulunması, DNA, proteinler ve hücre zarları gibi önemli biyomoleküllerin oksidatif hasar görmesine neden olabilir. SAR giderme aktivitesi bitkiler için de büyük öneme sahiptir. Bitkiler, allelopatik gibi biyotik ve çevresel stres faktörlerine maruz kaldıklarında, ROS üretimi artar. Bu ROS'lar arasında  $O_2^{\cdot-}$  radikali de bulunur ve yüksek seviyelerde hücrel hasara neden olabilir. Bitkilerin  $O_2^{\cdot-}$  radikalini giderebilmesi hayatta kalmaları ve sağlıklı gelişimleri açısından kritik öneme sahiptir (Apel and Hirt 2004). Bu nedenle çalışılan *Allium* türlerinden elde edilen özütlerin SAR temizleme aktivitesinin belirlenmesi önemlidir.

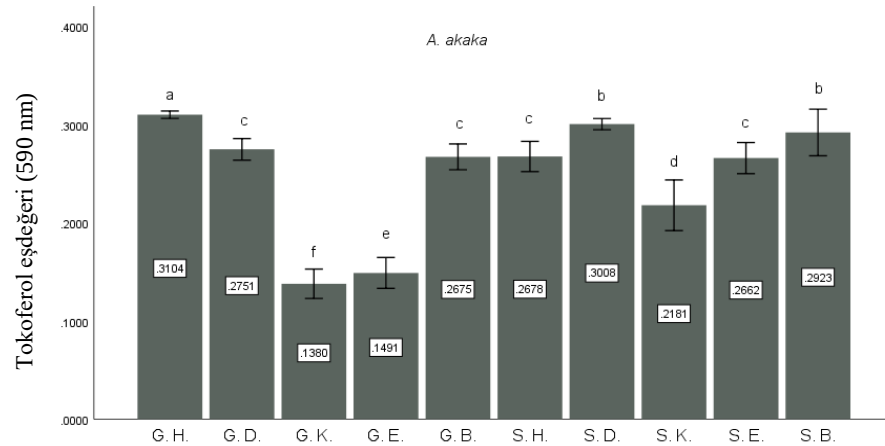
*Allium* türlerinin soğan ve gövde özütlerinin SAR giderme aktivitesini belirlemek amacıyla, ilgili yöntem kullanılarak farklı konsantrasyonlarda trolox ve tokoferol ile standart grafik çizilmiştir. Aynı işlem ve hesaplamalar standart antioksidanlar yerine bitki özütleri ile yapılmış ve elde edilen sonuçlar trolox ve tokoferol ile karşılaştırılmıştır. Yüksek absorbans

değerlerinin numunenin düşük antioksidan aktivitesine, düşük absorbans değerlerinin ise yüksek antioksidan aktivitesine işaret etmektedir. Hesaplanan antioksidan aktivite değerleri 590 nm’de trolox ve tokoferol eşdeğeri olarak adlandırılmıştır. *A. eriophyllum* bitkisinin soğan ve gövdesinden çeşitli çözücülerle elde edilen özütlerin antioksidan aktivitesi, tokoferol eşdeğeri üzerinden değerlendirildiğinde, en düşük aktivite gövde etil asetat ve diklorometan özütlerinde bulunurken, en yüksek aktivite soğan kısmında bütanol ve kloroform özütlerinde gözlenmiştir (Şekil 35).



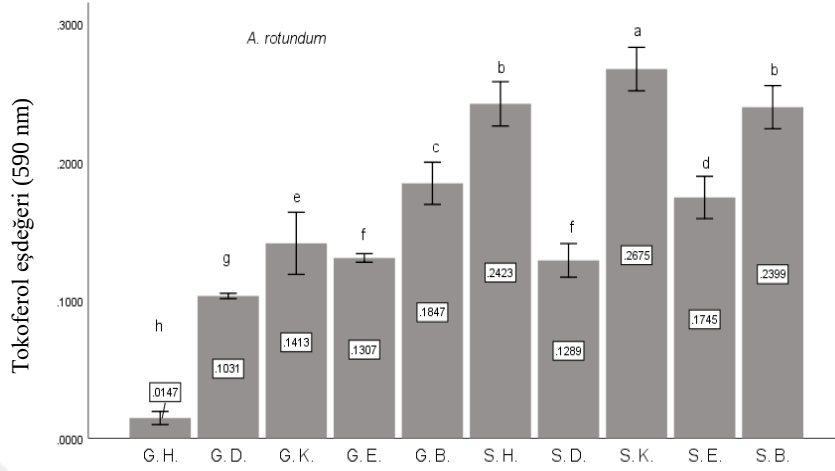
**Şekil 35.** *A. eriophyllum* özütlerinin tokoferol eşdeğerine göre SAR giderme aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

*Allium akaka* bitkisinin soğan ve gövdesinden çeşitli çözücülerle elde edilen özütlerin antioksidan aktivitesi, tokoferol eşdeğeri üzerinden değerlendirildiğinde, en düşük aktivite gövde hekzan ve diklorometan özütlerinde belirlenirken, en yüksek aktivite yine gövdede kloroform ve etilasetat özütlerinde tespit edilmiştir. Soğan kısmında genelde aktivite gövdeye göre düşük bulunmuştur (Şekil 36).



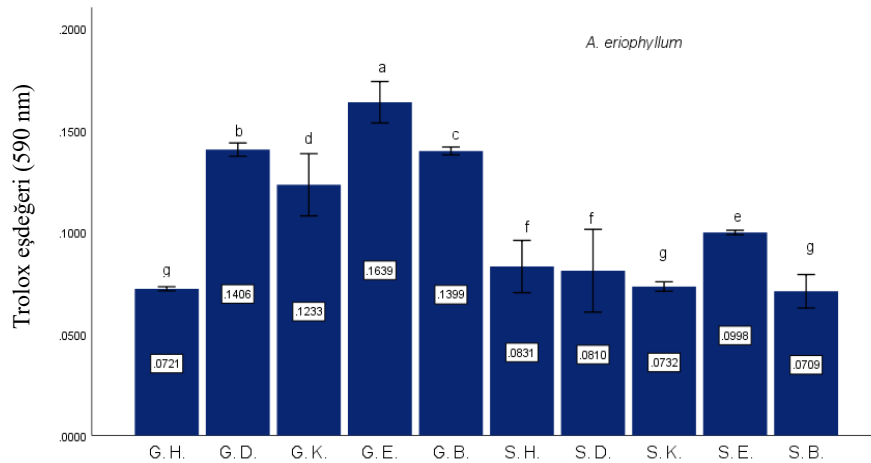
**Şekil 36.** *A. akaka* özütlerinin tokoferol eşdeğerine göre SAR giderme aktiviteleri. G: gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü.

*Allium rotundum* bitkisinin gövde ve soğanından elde edilen çeşitli özütlerin SAR giderme aktivitesi grafiğinde, en yüksek aktiviteye sahip özüt gövde kısmının hekzan özütü iken, en düşük antioksidan aktiviteye sahip özüt soğan kısmının kloroform özütü olmuştur (Şekil 37).



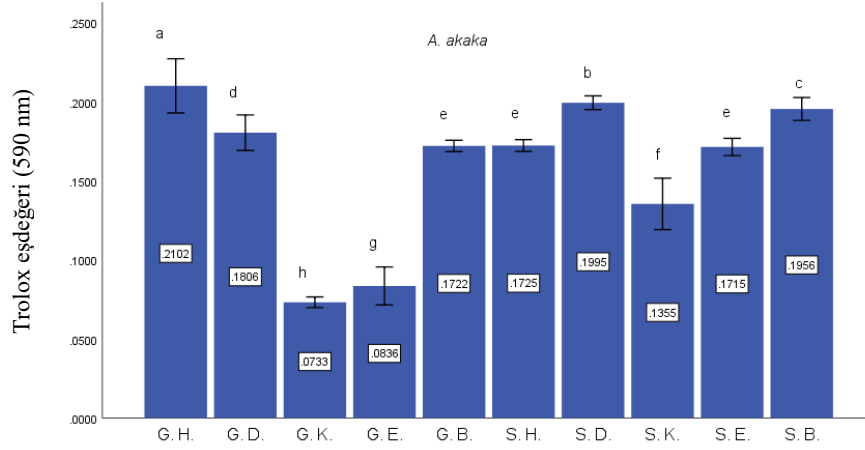
**Şekil 37.** *A. rotundum* özütlerinin tokoferol eşdeğerine göre SAR giderme aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

*Allium eriophyllum* bitkisinin soğan ve gövde kısımlarından farklı çözücülerle elde edilen özütlerinin SAR giderme aktivitesi, trolox ile de karşılaştırılarak belirlenmiştir. Sonuçlar, soğan kısmının bütanol ve kloroform özütlerinin en yüksek aktiviteye sahip olduğunu, gövde kısmının ise hekzan özütünün en yüksek aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir. En düşük antioksidan aktivite ise gövde kısmının etil asetat özütüne aittir (Şekil 38).



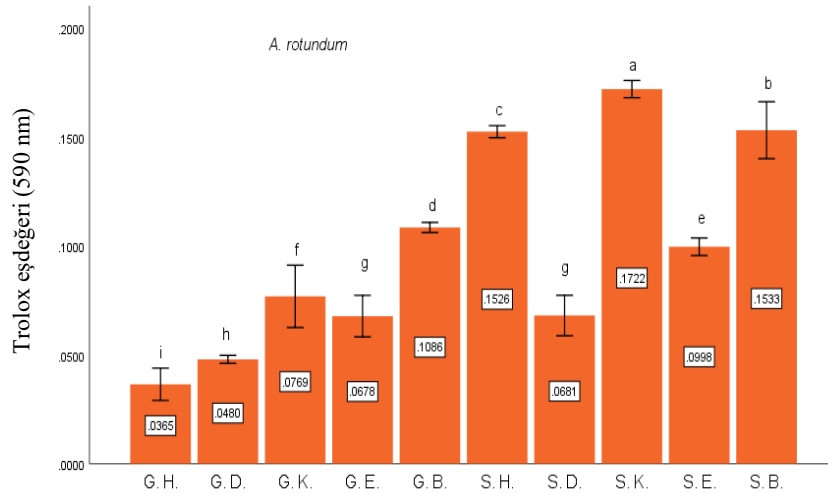
**Şekil 38.** *A. eriophyllum* özütlerinin trolox eşdeğerine göre SAR giderme aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

*Allium akaka* bitkisinde troloxla kıyaslanan SAR giderme aktivitesi bu bitkinin gövde kısmının kloroform ve etilasetat özütlerinde en yüksek, gövde kısmının hekzan özütünde en düşüktür (Şekil 39). Soğan kısmında gövdeye göre genelde aktivite düşük olsa da en yüksek aktivite kloroform özütünde belirlenmiştir.



**Şekil 39.** *A. akaka* özütlerinin trolox eşdeğerine göre SAR giderme aktiviteleri. G: gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ).

*Allium rotundum* bitkisinde troloxla kıyaslanan SAR giderme aktivitesi gövde kısmının hekzan ve diklorometan özütlerinde en yüksek, gövde kısmının bütanol özütünde en düşük olmuştur (Şekil 39). Soğan kısmında gövdeye göre genelde aktivite düşük olsa da en yüksek aktivite diklorometan özütünde belirlenmiştir (Şekil 40).

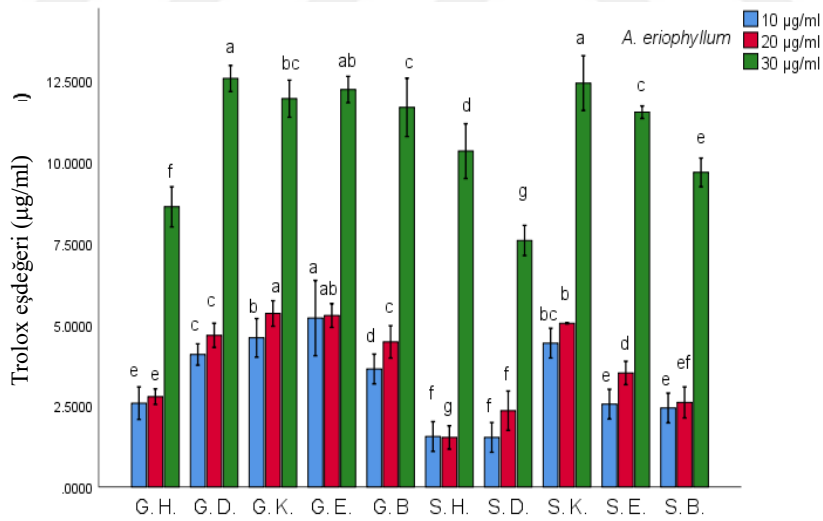


**Şekil 40.** *A. rotundum* özütlerinin trolox eşdeğerine göre SAR giderme aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

## DPPH\* radikali giderme aktivitesi bulguları

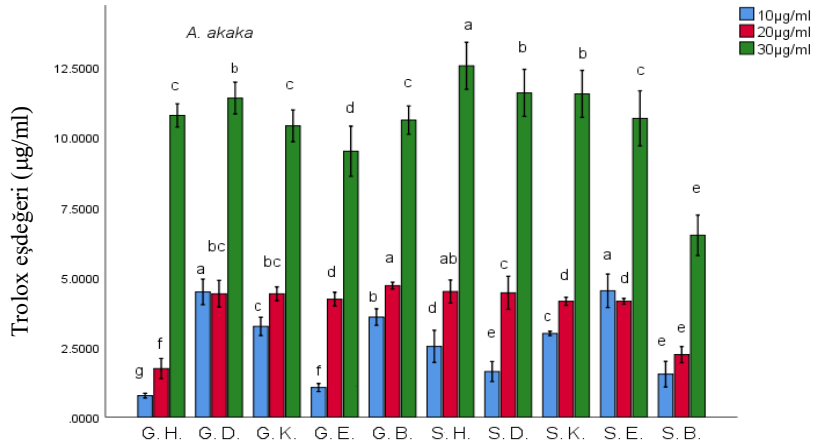
DPPH radikali, oldukça stabil ve kısmen daha uzun ömürlü bir serbest radikaldır, bu özellikleri nedeniyle antioksidan bileşiklerin bitkilerdeki etkinliklerini belirlemek için sıkça kullanılan bir yöntemdir. Bu metod, antioksidanların varlığında DPPH radikalini difenil pikrilhidrazin adı verilen sarı bir bileşiğe indirgeyerek çalışır. Esas olarak, antioksidanların DPPH radikaline hidrojen atomları transfer ederek indirgeme yeteneklerine dayanır (Gülçin *et al.* 2006). Bitki özütlerinin DPPH\* radikali giderme aktivitesinin tayininde, diğer antioksidan parametrelerden farklı olarak 10, 20 ve 30 ppm konsantrasyonlarındaki özütler hazırlanmış ve bunların aktiviteleri aynı konsantrasyonda trolox ve tokoferol eşdeğerleri ile karşılaştırılmıştır. Veriler, standart grafik üzerinden yapılan hesaplamalardan sonra grafiklere aktarılmıştır.

*Allium eriophyllum* bitkisinin gövde ve soğan özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi, trolox ile karşılaştırıldığında, özüt konsantrasyonu 10 µg/ml'den 20 µg/ml'ye arttığında belirgin bir artış göstermemiştir. Ancak, özüt konsantrasyonu 30 µg/ml'ye artırıldığında, antioksidan aktivitesinde anlamlı bir artış gözlenmiştir. Bu artış, en az gövde kısmının hekzan, soğan da ise diklorometan özütünde olmuştur. En fazla ise soğan kısmının kloroform özütünde belirlenmiştir.



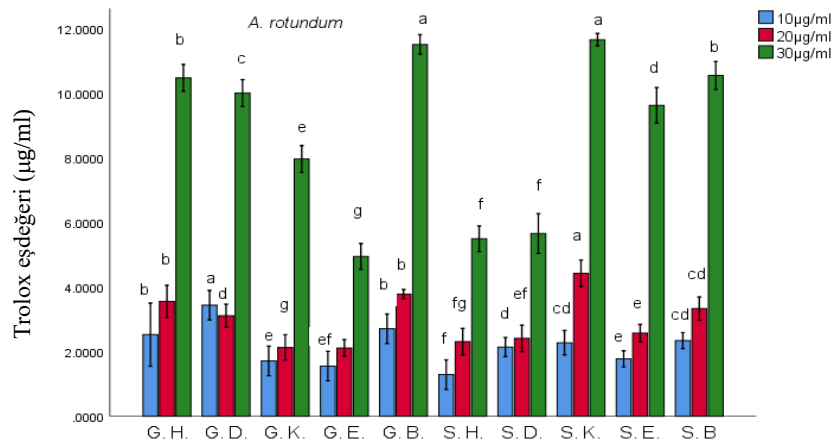
**Şekil 41.** *A. eriophyllum* farklı dozdaki özütlerinin trolox eşdeğerine göre DPPH radikali giderme aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: butanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

Trolox ile karşılaştırıldığında, *A. akaka* özütlerinin belirli konsantrasyonlarında en yüksek antioksidan aktivitenin 30 µg/ml konsantrasyonda olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, soğanın hekzan özütünün diğer özütlerden daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği, bütanol özütünün ise diğerlerine göre daha düşük aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlar, bitki özütlerinin farklı çözücülerle elde edilen fraksiyonlarının DPPH radikali giderme açısından farklılık gösterebileceğini ve bu potansiyelin konsantrasyon bağımlı olduğunu göstermektedir (Şekil 42).



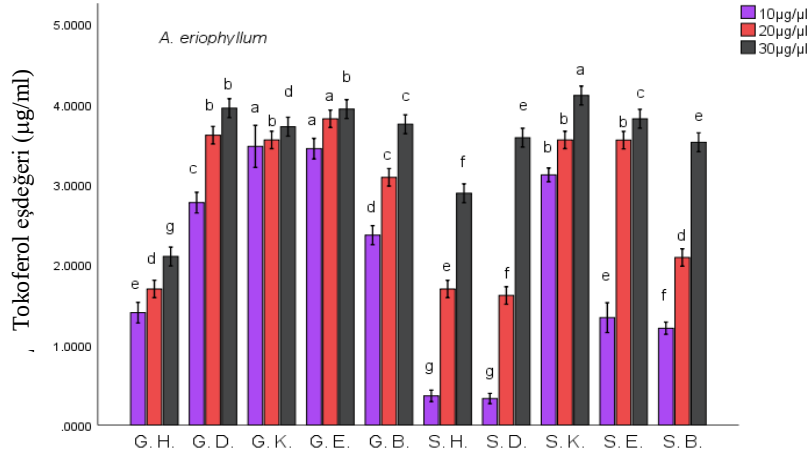
**Şekil 42.** *A. akaka* farklı dozdaki özütlerinin trolox eşdeğerine göre DPPH radikali giderme aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

*A. rotundum* özütlerindeki antioksidan aktivite, trolox ile karşılaştırıldığında özüt konsantrasyonları arttıkça artmış ve en yüksek aktivite 30 µg/ml konsantrasyonda gözlenmiştir. Bu konsantrasyonda gövde kısmının bütanol ve soğan kısmının kloroform özütleri en yüksek aktiviteyi sergilemiştir. En düşük aktivite ise soğan kısmının hekzan ve diklorometan özütlerinde görülmüştür (Şekil 43).



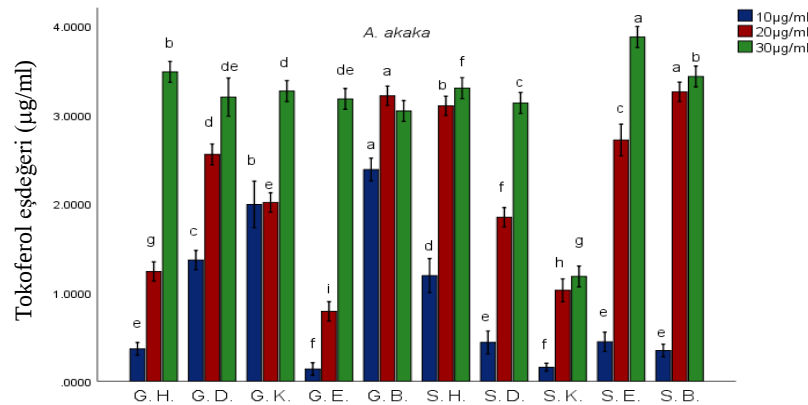
**Şekil 43.** *A. rotundum* farklı dozdaki özütlerinin trolox eşdeğerine göre DPPH radikali giderme aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü.

*Allium* bitkilerine ait özütlerin DPPH radikali giderme potansiyelleri tokoferol antioksidanı ile de karşılaştırılmıştır. Örneğin *A. eriophyllum* özütleri, trolox ile karşılaştırıldığında konsantrasyon artışıyla birlikte DPPH giderme aktivitesi artış göstermiş ve en yüksek aktivite 30 µg/ml konsantrasyonda sağlanmıştır. Bu konsantrasyonda soğan kısmının kloroform özütü, gövdede ise diklorometan, kloroform ve etilasetat özütleri en yüksek aktiviteyi gösterirken, gövde kısmının hekzan özütü en düşük aktiviteyi sergilemiştir (Şekil 44).



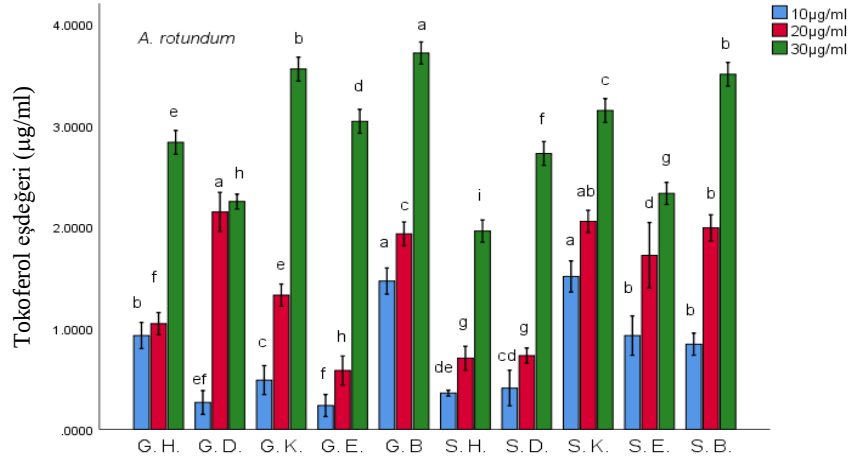
**Şekil 44.** *A. eriophyllum* farklı dozdaki özütlerinin tokoferol eşdeğerine göre DPPH radikali giderme aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

*Allium akaka* özütleri, tokoferol ile karşılaştırıldığında konsantrasyon artışıyla birlikte antioksidan aktivite artış göstermiş ve en yüksek aktivite 30 µg/ml konsantrasyonda gözlemlenmiştir. Bu konsantrasyonda soğan kısmının etil asetat özütü en yüksek aktiviteyi gösterirken, soğan kısmının kloroform özütü en düşük aktiviteye sahiptir (Şekil 45).



**Şekil 45.** *A. akaka* farklı dozdaki özütlerinin tokoferol eşdeğerine göre DPPH radikali giderme aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: diklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü.

*Allium rotundum* özütlerinden elde edilen DPPH radikali giderme aktivitesi verileri genelde *A. akaka* özütlerine benzer olmuştur. Buna göre, tokoferol ile karşılaştırıldığında konsantrasyon artışıyla birlikte antioksidan aktivite artış göstermiş ve en yüksek aktivite 30 µg/ml konsantrasyonda gözlemlenmiştir. Bu konsantrasyonda gövde kısmının kloroform, etilasetat ve bütanol özütleri en yüksek aktiviteyi gösterirken, soğan kısmının bütanol özütü en yüksek aktiviteye vermiştir (Şekil 46).



**Şekil 46.** *A. rotundum* farklı dozdaki özütlerinin tokoferol eşdeğerine göre DPPH radikali giderme aktiviteleri. G: Gövde, S: Soğan, H: hekzan özütü, D: hiklorometan özütü, K: kloroform, E: etilasetat özütü ve B: bütanol özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

## Özütlerin GC-MS Analizine Ait Bulgular

*Allium* türleri, biyoaktif bileşikler açısından zengin bir kaynak olarak bilinmektedir ve bu bileşiklerin bitki-bitki etkileşimlerinde potansiyel rolü büyük ilgi görmektedir (Rice 1984; Macías *et al.* 2009). Bu çalışmada, üç farklı *Allium* türünden elde edilen özütlerin allelopatik potansiyele sahip olabilecek sekonder metabolit içerikleri GC-MS ile analiz edilmiştir. GC-MS analizi, özütlerin içerdiği bileşiklerin kimyasal yapısını ayrıntılı olarak belirlememizi sağlar (Smith *et al.* 2010; Jones and Smith 2015). *Allium* türlerinden elde edilen özütlerin içerdikleri potansiyel allelopatik bileşiklerin tespit edilmesi, bu bitkilerin doğal düşmanlarına karşı gelişmiş rekabet avantajı sağlama stratejilerini anlamamıza yardımcı olabilir (Weir *et al.* 2004; Macías *et al.* 2009).

Bu çalışmada, üç *Allium* türünün soğan ve gövdesinde (sürgün) bulunan biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyonu ve analizleri, çeşitli polaritelerde çözücüler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yaklaşım, bitkilerin her iki organında bulunan biyoaktif bileşiklerin detaylı bir profilini elde etmemizi sağlamıştır. Farklı polaritelere sahip çözücülerin seçimi,

geniş bir biyoaktif bileşik yelpazesinin fraksiyonunu mümkün kılmıştır. Düşük polariteye sahip çözücüler, örneğin hekzan, nonpolar bileşikler çözmede daha etkiliyken, orta polariteye sahip çözücüler, örneğin diklorometan ve kloroform, orta polar bileşikler daha iyi çözebilmektedir. Yüksek polariteli çözücüler, örneğin etil asetat ve *n*-bütanol, daha polar bileşikler daha etkili bir şekilde çözebilmektedirler (Subramanian *et al.* 2020). Ayrıca, bitkilerin soğanları ile sürgünleri arasındaki biyoaktif bileşik profillerinin karşılaştırılması, bu bileşiklerin farklı bitki organları içindeki dağılımı hakkında değerli bilgiler sağlamıştır. Bazı bileşiklerin soğanlarda daha fazla, bazılarının ise sürgünlerde daha yaygın olduğu gözlenmiştir. Örneğin, gövdeye kıyasla soğan, daha yüksek verim göstermiş ve kullanılan çözücüler arasında en yüksek polariteye sahip olan *n*-bütanol, her iki organ için de en yüksek verim yüzdelerini göstermiştir. Benzer olarak, Casuga vd. (2016) *Broussonetia luzonica* yapraklarından biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyonunda yüksek polariteli çözücülerin daha yüksek verimlilik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Burada GC-MS'den elde edilen veriler tablolar halinde sunulmuştur. Tablolarda her bir çözünde belirlenen bileşiklerin RT değerleri verilmiştir. RT (Retention Time), bir bileşiğin gaz kromatografisi (GC) kolonunda geçirdiği süreyi ifade eder. Bu süre, bir bileşiğin belirli bir GC koşulunda kolonda ne kadar süreyle kaldığını gösterir. Tablolarda ayrıca her bileşiğin, bileşikler içerisindeki yüzdesi (%) verilmiştir. Özütlere GC-MS'e ait örnek kromatogram metot bölümünde verilmiştir. Her bir kromatogram üzerinde hesaplamalar yapılarak aşağıdaki tablolar hazırlanmıştır.

#### ***Allium eriophyllum* özütlerine ait GC-MS bulguları**

*Allium eriophyllum* (*A. longisepalum*) bitkisinin soğan ve gövdesinde (sürgün) bulunan bileşikler aşağıda tablolar halinde sunulmuştur (Tablo 2-11). Bu tablolar genel olarak değerlendirildiğinde, soğan özütlerindeki ana bileşenler *n*-hexadecenoik asit, *n*-oktadecanoik asit ve 9,12-oktadecadienoik asit (linoleik asit) olarak belirlenmiştir. *n*-Hexadecenoik asit, özellikle kloroform (CHL) özütünde %6,28 (Tablo 7), diklorometan (DCM) özütünde %1,83 (Tablo 5) ve hekzan (Hex) özütünde %0,92 (Tablo 3) oranında bulunmuştur. CHL özütünde ayrıca *n*-oktadecanoik asit %7,49 oranında bulunurken, etilasetat (EA) özütünde 9,12-oktadecadienoik asit %1,16 ve 9-oktadecenamid (oleoamid) %1,16 oranında bulunmuştur. Bütanol (Büt) özütünde (Tablo 10) ise ana bileşenler 2-pentenoik asit (%7,4) ve 2-furankarboksialdehit, 5-(hidroksimetil) (%1,28) olarak sıralanmıştır. Oktadecanoik asit ve fenol, 3,5-bis(1,1-dimetiletildimetil)-, soğanlarda sırasıyla %7,49 ve %5,18 olarak en yüksek oranlarda bulunmuştur.

Bitkinin gövdesinden elde edilen özütlerde ise Hex özütünde (Tablo 2) n-hexadekanoik asit (%3) ve heptadeken-(8)-karboksik asit (%2,49), DCM özütünde tetratetrakontan (%5,95) ve heptadeken-(8)-karboksik asit (%4,9). Büt özütünde (Tablo 11) ise n-tetrakozan (%9,17), 1,2-benzenedikarboksilik asit, dioktilester (%7,11) ve heptadeken-(8)-karboksik asit (%4,46) belirgin bileşenler olarak belirlenmiştir. Heptadeken-(8)-karboksik asit, sadece gövde bulunmuş olup, DCM'de %4,49, Büt özütünde %4,46 ve Hex özütünde %2,49 oranında tespit edilmiştir.

Bu bulgular, bitki analizleri yapacak araştırmacılara değerli bilgiler sunarak, çeşitli bitki organlarından bileşenleri çıkarmak için doğru solventleri seçmelerine yardımcı olabilir. Benzer olarak, Baeshen vd. (2023), *Rhazya stricta* bitkisinin ekstraksiyonunda metanol, etanol, dietileter ve EA'yı solvent olarak kullanmış ve toplamda 71 bileşik belirlemiştir. Bu araştırmacılar, EA'nın biyoaktif bileşikler çıkarmak için en etkili solvent olduğunu tespit etmiş, kloroform-metanol karışımının etkinliğinin ise düşük olduğunu belirlemiştir. Öte yandan çalışmamızda, *A. eriophyllum* için kullanılan solventler arasında hem ekstraksiyon verimi hem de kimyasal bileşen sayısı açısından n-bütanolün daha başarılı olduğu görüldü. Bu farklılığın, bitkinin kimyasal bileşenlerinin polarite farkından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Diğer taraftan çalışmamızda, bazı özütlerde birtakım ftalatlar, organosilikon ve halojenli bileşikler de tespit edilmiştir. Bunlar arasında Hex fraksiyonunda 1,2-benzenedikarboksilik asit, butil 8-metilnonilester; DCM fraksiyonunda 1,2-benzenedikarboksilik asit, ditridecil ester (ditridecil ftalat veya DTDP); kloroform fraksiyonunda heptan, 3-(bromometil); EA fraksiyonunda 1,2-benzenedikarboksilik asit, bis(2 metilpropil) ester (diizobütil ftalat veya DIBP) ve oktan, 2-bromo; Büt fraksiyonunda ise 1,2-benzenedikarboksilik asit, dioctyl ester (dioctyl ftalat veya DOP) ve 6-dimetil(etil)sililokspentadekan bulunmaktadır. Bu bileşiklerin doğal olarak bitkilerde bulunmadığını gösteren sağlam deneysel kanıtlar bulunmaktadır (Bianco *et al.* 2014; Venditti 2020; Thiemann 2021). Bu bitkinin doğal olarak antropojenik aktivitelerden uzak bölgelerde yetişen bir yabancı tür olduğundan, bu yapay kirleticilerin topraktan değil, ekstraksiyon sürecinde kullanılan organik solventleri muhafaza eden plastik kaplardan kaynaklandığını düşünmekteyiz (Venditti 2020).

Çalışmamızda, her bir özütteki bazı önemli biyoaktif bileşenlerin literatürde terapötik etkilerine dair bazı veriler bulunmaktadır. Örneğin çeşitli çalışmalar, *A. eriophyllum*'daki Hex özütüne (Tablo 2 ve 3) özgü, hexahidrofarneol aseton, 2-hidroksi-4-izopropil-1-metilbenzen (kavrakrol), 4,8,12,16-tetrametilheptadekan-4-olide ve pentadekanoik asit, 14-metil-metil ester gibi bazı metabolitlerin güçlü antioksidan, antibakteriyel ve antiinflamatuvar etkiler sergilediğini göstermiştir (Godwin *et al.* 2015; Rasgele and Kekecoglu 2018; Nithya *et al.* 2018). Keza,

bileşenler içerisinde tetratetrakontan, loliolid, 1,E,-11,Z-13-oktadekatrien, heksadekanoik asit, 1,1-dimetiletil ester ve neofitadien, *A. eriophyllum*'un DCM özütüne (Tablo 4 ve 5) özgü metabolitler olup, tıp ve aromaterapi alanlarında önemli bir yere sahiptir. Bu bileşiklerin önemli tıbbi ve aromatik özellikler sergilediği birçok çalışmada vurgulanmıştır (Omeje *et al.* 2018; Kim *et al.* 2020; Gonzalez-Rivera *et al.* 2023). CHL özütünde (Tablo 6 ve 7) belirlenen birçok bileşiğin, oktadekan-1-(eteniloksi), fenol-3,5-bis(1,1-dimetiletil), oktadekan-6-metil, tetratriakontan, oktadekanoik asit-2-propenil ester ve 9-oktadekanoik asit gibi, nematosidal, antioksidan, alelopatik ve antimikrobiyal özellikler gösterdiği ileri sürülmüştür (Omeje *et al.* 2018; Zhai *et al.* 2018; Ali *et al.* 2021; Li *et al.* 2021). Diğer özütlerle kıyasla EA özütü (Tablo 8 ve 9), daha az bileşik bulunmasına rağmen, bu bileşiklerin çoğu önemli biyolojik aktivitelere sahiptir. Örneğin, 9,12-oktadekadienoik asit, sikloheksadekan ve özellikle 2,3-dihidrobenzofuran gibi bileşikler, dikkat çekici antikanserojenik, antiparazitik ve antioksidan özellikler sergilemiştir (Kharazi and Peyvast 2005; de Castro Oliveira *et al.* 2017; Rizwan *et al.* 2019). Büt özütü (Tablo 10 ve 11) ile ilgili bulgularımıza göre, bu özütte toplamda 18 bileşik tespit edilmiştir. İlginç bir şekilde, yalnızca bir bileşik, n-heksadekanoik asit, hem sürgün hem de soğan dokularında bulunmuştur. Ayrıca, diğer analiz edilen fraksiyonlarda bulunmayan toplam 14 bileşik bu fraksiyonda tespit edilmiştir. Bu 14 bileşik içinde, bitkilerde daha önce tanımlanmamış bileşiklerin (metil dihidromalvalat ve 3-ethoksi-1,2-propanediol) yanı sıra, antioksidan, antienflamatuar, trombolitik, saç büyümesini teşvik edici ve antimikrobiyal özellikler sergilediği öne sürülen (2-pirolidinkarboksilik asit-5-okso-etil ester, n-tetrakosan, 2-furankarboksialdehit, 5-(hidroksimetil) ve siklopentanundekanoik asit gibi) birçok bileşik bulunmaktadır (Oskoueian *et al.* 2011; Sakib *et al.* 2021; Khan and Javaid 2022).

**Tablo 2.** *A. eriophyllum* gövde hekzan özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                              | RT (dk) | %     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
| 9,12-Oktadekadienoik asit(Z,Z)- (C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                       | 30,38   | 15,45 |
| n-Heksadekanoik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                                  | 27,34   | 13,42 |
| Heptadesen-(8)-karbonik asit- (1) (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )                     | 29,54   | 12,63 |
| 9-Oktadesenoik asit(Z)-metil ester (C <sub>19</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub> )                    | 28,90   | 11,21 |
| Heptadekanoik asit (CAS) veya Margarik asit (C <sub>17</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )           | 28,45   | 11,90 |
| 9-Oktadesenoik asit(Z)-(CAS) veya Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )          | 29,82   | 10,94 |
| 4,8,12,16-Tetrametilheptadekan-4-olid (C <sub>21</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub> )                 | 32,13   | 7,06  |
| Fitol (C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O)                                                               | 29,19   | 6,69  |
| 1,2-Benzendikarboksilik asit, bütül 8-metilnonilester (C <sub>22</sub> H <sub>34</sub> O <sub>4</sub> ) | 26,92   | 5,27  |
| Fenol, 2,4-bis(1,1-dimetiletil)- (C <sub>14</sub> H <sub>22</sub> O)                                    | 20,40   | 5,18  |
| 2-Pentadekanon,6,10,14-trimetil(CAS) (C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O)                                | 25,60   | 5,00  |
| Eikozan(CAS) n-Eikosan (C <sub>20</sub> H <sub>42</sub> )                                               | 31,56   | 4,53  |
| Tetradekanoik asit(CAS) Miristik asit (C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub> )                 | 24,34   | 4,46  |
| Dodekanoik asit(CAS) Laurik asit (C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub> )                      | 21,24   | 4,27  |
| 3,7,11,15-Tetrametil-2-hekzadesen-1-ol (C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O)                              | 26,23   | 4,09  |
| Pentadekanoik asit, 14-metil-,metil ester (C <sub>17</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )             | 26,62   | 3,71  |

**Tablo 3.** *A.eriophyllum* soğan hekzan özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                       | RT (dk) | %    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| 9-Hekzadesenoik asit (C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub> )                           | 29,42   | 5,46 |
| n- Hekzadesenoik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                          | 27,16   | 4,87 |
| 9- Oktadesenoik asit (Z)- (CAS) (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )                | 29,69   | 4,46 |
| 2-Hidroksi-4-İzopropil-1-Metilbenzen (C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O)                         | 16,59   | 3,58 |
| 9,12- Oktadekadienoik asit (Z,Z)- (CAS) (C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )        | 29,33   | 3,39 |
| Fenol,2,4-bis(1,1-dimetiletil)-(CAS) (C <sub>17</sub> H <sub>30</sub> O)                         | 20,42   | 2,79 |
| 9,12- Oktadekadienoik asit, Metil ester,(E,E)- (C <sub>19</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> ) | 28,84   | 2,35 |
| Heksadekanoik asit, metil ester (C <sub>17</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )                | 26,64   | 2,27 |

**Tablo 4.** *A. eriophyllum* gövde diklorometan özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                    | RT (dk) | %    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| Tetratetrakontan (C <sub>44</sub> H <sub>90</sub> )                                           | 28,12   | 8,21 |
| 9-Oktadesenoik asit(Z)- (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )                     | 29,67   | 5,12 |
| Heptadesen-(8)-karbonik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )                | 29,43   | 5,12 |
| 1,E,-11,Z-13-Oktadekatrien (C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> )                                 | 29,33   | 4,55 |
| Benzenpropanoik asit, 2,5-dimetoksi (C <sub>11</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub> )         | 27,24   | 4,06 |
| 3,4-Diazafluoranthren-2(3H)-on (C <sub>14</sub> H <sub>8</sub> N <sub>2</sub> O)              | 31,24   | 3,87 |
| Fenol,1,4-(3-hidroksi-1-propenil)-2-metoksi (C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub> ) | 23,80   | 3,85 |
| Heksadekanoik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                          | 27,13   | 3,64 |
| 2-Metoksi-4-vinilfenol (C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub> )                       | 16,76   | 3,42 |
| -Loliolid (C <sub>11</sub> H <sub>16</sub> O <sub>3</sub> )                                   | 24,23   | 3,20 |
| 2-Heksenal dietil asetal, trans (C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub> )             | 21,19   | 2,77 |
| Tetradekanoik asit (C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub> )                          | 24,29   | 2,54 |
| Neofitadien (C <sub>20</sub> H <sub>38</sub> )                                                | 25,65   | 2,29 |

**Tablo 5.** *A. eriophyllum* soğan diklorometan özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                               | RT (dk) | %    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| 9-Oktadesenoik asit (Z)-(CAS) Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )               | 30,62   | 9,28 |
| Fitol (C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O)                                                                | 30,39   | 7,16 |
| Ekosanoik asit, 2-hidroksi-1-(hidroksimetil)etil ester (C <sub>23</sub> H <sub>46</sub> O <sub>4</sub> ) | 32,52   | 6,29 |
| Tetradekanoik asit (C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub> )                                     | 25,27   | 6,16 |
| 6-Etil-3-trimetiloksidekan (C <sub>15</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> Si)                           | 31,87   | 5,58 |
| Neofitadien veya Pentadekanal (C <sub>20</sub> H <sub>38</sub> )                                         | 26,69   | 5,36 |
| 1,2-Benzendikarboksilik asit, ditridesil ester (C <sub>34</sub> H <sub>58</sub> O <sub>4</sub> )         | 27,55   | 5,35 |
| Oktadekanoik asit (C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub> )                                      | 30,95   | 5,23 |
| n-Heksadekanoik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                                   | 28,26   | 5,06 |
| Neofitadien (C <sub>20</sub> H <sub>38</sub> )                                                           | 27,31   | 4,61 |
| Heksadekanoik asit, 1,1-dimetiletil ester (C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub> )              | 31,26   | 4,16 |
| Fenol,2,4-bis(1,1-dimetiletil)- (C <sub>14</sub> H <sub>22</sub> O)                                      | 21,19   | 4,15 |
| 1-Dekanol, 2-heksil- (C <sub>16</sub> H <sub>34</sub> O)                                                 | 27,78   | 4,07 |
| Dodekanoik asit (CAS) Laurik asit (C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub> )                      | 22,01   | 3,70 |

**Tablo 6.** *A. eriophyllum* gövdesindeki kloroform özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                                           | RT (dk) | %     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
| 9-Oktadesenoik asit (Z)- (CAS) Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )                          | 29,45   | 21,50 |
| Heksadekanoik asit,(2-fenil-1,3-dioksolan-4-il)metil ester,cis (C <sub>26</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub> )     | 30,29   | 14,31 |
| 2-Propenil nonanoat (C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub> )                                                | 31,05   | 10,82 |
| Oktadekanik asit (C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub> )                                                   | 29,75   | 9,11  |
| Oktakozan (C <sub>28</sub> H <sub>58</sub> )                                                                         | 26,82   | 8,21  |
| Tridekanal (C <sub>13</sub> H <sub>26</sub> O)                                                                       | 25,64   | 6,86  |
| Heksadekanoik asit(CAS) Palmitik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                              | 27,18   | 6,84  |
| 1 Undesen, 4-metil- (C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> )                                                               | 24,56   | 6,75  |
| 3,5-Di-t-bütil-4-hidroksibenzoik asit, etil ester (C <sub>17</sub> H <sub>26</sub> O <sub>3</sub> )                  | 27,50   | 6,17  |
| Tetradekanik asit (C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub> )                                                  | 24,31   | 6,04  |
| Eikosanoik asit, 2-hidroksietil ester(CAS) (C <sub>22</sub> H <sub>44</sub> O <sub>3</sub> )                         | 28,63   | 5,66  |
| Oktadekanik asit, (2,2-dimetil-1,3-dioksolan-4-il)metil ester (C <sub>24</sub> H <sub>46</sub> O <sub>4</sub> )      | 28,45   | 5,59  |
| Heptan, 3-(bromometil)- (C <sub>8</sub> H <sub>17</sub> Br)                                                          | 26,48   | 5,02  |
| 2,2,6,6-Tetrametil,-4-piperidilmonoamid maleik asit (C <sub>13</sub> H <sub>22</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) | 24,70   | 4,14  |

**Tablo 7.** *A. eriophyllum* soğanının kloroform özütüne ait bileşikler

| Bileşikler                                                                                          | RT (dk) | %     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
| Oktadekan, 1-(eteniloksi)- (C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O)                                      | 29,35   | 17,71 |
| Tetratriakontan (C <sub>34</sub> H <sub>70</sub> )                                                  | 26,80   | 9,34  |
| Fenol, 3,5-bis(1,1-dimetiletil)- (C <sub>14</sub> H <sub>22</sub> O)                                | 20,39   | 8,31  |
| 3,5-Di-t-bütil-4-hidroksibenzoik asit, etil Ester (C <sub>17</sub> H <sub>26</sub> O <sub>3</sub> ) | 27,43   | 8,70  |
| Oktadekanik asit (CAS) (C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub> )                            | 29,66   | 7,67  |
| Oktadekan(CAS) veya Eikozan (C <sub>18</sub> H <sub>38</sub> )                                      | 27,54   | 7,16  |
| Oktadekan, 6-metil- (CAS) (C <sub>19</sub> H <sub>40</sub> )                                        | 26,46   | 6,09  |
| Pentadekan (C <sub>15</sub> H <sub>32</sub> )                                                       | 23,59   | 5,94  |
| n-Heksadekanoik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                              | 27,10   | 5,55  |
| Oktadekanik asit,2-propenil ester(CAS) (C <sub>21</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub> )            | 31,02   | 4,73  |
| Pentadekan(CAS) (C <sub>15</sub> H <sub>32</sub> )                                                  | 23,75   | 4,23  |
| Oktadekan (C <sub>18</sub> H <sub>38</sub> )                                                        | 26,95   | 3,64  |
| Oktadekan (C <sub>18</sub> H <sub>38</sub> )                                                        | 21,20   | 3,62  |
| Pentadekan (CAS) (C <sub>15</sub> H <sub>32</sub> )                                                 | 18,66   | 2,76  |

**Tablo 8.** *A. eriophyllum* gövdesinin etilasetat özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                    | RT (dk) | %     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
| Oktan, 2-bromo- ( $C_8H_{17}Br$ )                                                             | 18,71   | 21,54 |
| 9-Hekzadesenoik asit (CAS) ( $C_{16}H_{30}O_2$ )                                              | 29,43   | 12,01 |
| 2,3-Dihidro-Benzofuran ( $C_8H_8O$ )                                                          | 14,96   | 8,94  |
| 9-Oktadesenoik asit (Z)- (CAS) veya Oleik asit ( $C_{18}H_{34}O_2$ ) ( $C_{13}H_{22}N_2O_3$ ) | 29,73   | 8,15  |
| Tetradekanoik asit (CAS) Miristik asit ( $C_{14}H_{28}O_2$ )                                  | 24,33   | 7,61  |
| 2,2,6,6-Tetrametil,-4-piperidilmonoamid maleik asit                                           | 24,72   | 7,47  |
| 9-Oktadesenamid, (Z)- ( $C_{18}H_{35}NO$ )                                                    | 32,04   | 6,96  |
| 1,2-Benzendikarboksilik asit, bis(2-metilpropil) ester ( $C_{16}H_{22}O_4$ )                  | 25,69   | 6,11  |
| 2-Metoksi-4-vinilfenol ( $C_9H_{10}O_2$ )                                                     | 16,80   | 6,01  |
| n-Heksadekanoik asit ( $C_{16}H_{32}O_2$ )                                                    | 27,16   | 5,41  |
| Heptadekan (CAS) ( $C_{17}H_{36}$ )                                                           | 22,09   | 4,47  |

**Tablo 9.** *A.eriophyllum* soğanındaki etilasetat özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                | RT (dk) | %     |
|---------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
| 9,12-Oktadekadienoik asit (Z,Z)-(CAS) Linoleik asit ( $C_{18}H_{32}O_2$ ) | 29,31   | 21,19 |
| Sikloheksadekan ( $C_{16}H_{32}$ )                                        | 28,76   | 17,09 |
| 9-Oktadesenamid, (Z)- (CAS) veya Oleoamid ( $C_{18}H_{35}NO$ )            | 30,75   | 12,96 |
| 9-Oktadesenamid, (Z)- veya Oleik asit amid ( $C_{18}H_{35}NO$ )           | 32,04   | 10,31 |
| Pentadekan ( $C_{15}H_{32}$ )                                             | 22,09   | 9,60  |
| n-Heksadekanoik asit ( $C_{16}H_{32}O_2$ )                                | 27,17   | 6,76  |
| 9-oktadesenamid, (Z)- ( $C_{18}H_{35}NO$ )                                | 38,70   | 5,95  |
| Tetradekan ( $C_{14}H_{30}$ )                                             | 18,70   | 4,26  |
| Fenol, 3,5-bis(1,1-dimetiletil)- ( $C_{14}H_{22}O$ )                      | 20,43   | 4,13  |

**Tablo 10.** *A. eriophyllum* soğanının bütanol özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                          | RT (dk) | %     |
|---------------------------------------------------------------------|---------|-------|
| 6-Dimetil(etil)sililoksipentadekan ( $C_{19}H_{42}O_4Si$ )          | 16,77   | 68,21 |
| 2-Pentenoik asit ( $C_5H_8O_2$ )                                    | 8,91    | 42,55 |
| Gliserin ( $C_3H_8O_3$ )                                            | 11,25   | 36,41 |
| 2-Pirolidinkarboksilik asit-5-okso-, etil ester ( $C_7H_{11}NO_3$ ) | 22,07   | 33,99 |
| 1,3-Dioksolan-4-metanol, 2,2-dimetil- ( $C_6H_{12}O_3$ )            | 10,2    | 16,62 |
| 2-Furankarboksaldehit, 5-(hidroksimetil)- ( $C_6H_6O_3$ )           | 14,87   | 16,45 |
| Siklopentanundekanoik asit ( $C_{16}H_{30}O_2$ )                    | 10,42   | 16,4  |
| 3-Ehtoksi-1,2-propandiol ( $C_5H_{12}O_3$ )                         | 10,72   | 14,89 |
| 9-Oktadesenoik asit (Z)- (CAS) Oleik asit ( $C_{18}H_{34}O_2$ )     | 29,68   | 14,02 |
| n-Heksadekanoik asit ( $C_{16}H_{32}O_2$ )                          | 27,14   | 8,92  |

**Tablo 11.** *A. eriophyllum* gövdesindeki bütanol özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                             | RT (dk) | %    |
|------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| Tetrakozan (CAS) ( $C_{24}H_{50}$ )                                    | 23,03   | 9,14 |
| Nonadekan ( $C_{19}H_{40}$ )                                           | 32,13   | 5,51 |
| Siklotetrakozan (CAS) ( $C_{24}H_{48}$ )                               | 29,09   | 5,14 |
| 1,2-Benzendikarboksilik asit, dioktil ester(CAS) ( $C_{24}H_{38}O_4$ ) | 23,81   | 4,89 |
| Tetrakosan (CAS) n-Tetrakosan ( $C_{24}H_{50}$ )                       | 29,56   | 4,52 |
| Heptadesen-(8)-karbonik asit ( $C_{18}H_{34}O_2$ )                     | 29,39   | 4,28 |
| Ambrettolid ( $C_{16}H_{28}O_2$ )                                      | 29,29   | 3,77 |
| n-Heksadekanoik asit ( $C_{16}H_{32}O_2$ )                             | 27,09   | 3,09 |
| Metil dihidromalvalat ( $C_{19}H_{36}O_2$ )                            | 28,90   | 3,07 |
| Oktadekanoik asit (CAS) Sterik asit ( $C_{18}H_{36}O_2$ )              | 29,65   | 2,44 |

### ***Allium akaka* özütlerine ait GC-MS bulguları**

*Allium akaka* soğan ve gövdelerinden elde edilen hekzan (Hex), diklorometan (DCM), kloroform (CHL), etilasetat (EA) ve bütanol (Büt) ekstralarının GC-MS analiz sonuçları, bitkinin kimyasal bileşenlerinin detaylı bir profiline ulaşmamıza olanak tanıdı. Bu ekstralarda belirlenen başlıca bileşikler ve bunların yüzdesel dağılımları aşağıda tablolar halinde (Tablo 12-21) sunulmuştur.

Bu tablolardaki veriler genel olarak değerlendirildiğinde; gövdeye ait Hex ekstresinde başlıca belirlenen bileşikler arasında heksadekanoik asit (palmitik asit), 9-okta-dekenoik asit (oleik asit) ve fitol bulunmaktadır. Palmitik asit ve oleik asit gibi yağ asitleri, bitkilerde yaygın olarak bulunan önemli bileşenlerdir. Fitol ise klorofilin bir parçası olup antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahiptir (Tablo 12). Soğan örneklerinde ise fenol türevleri ve yağ asitleri (oleik asit, palmitik asit) öne çıkmaktadır. Özellikle 12-benzendikarboksilik asit dinonil ester bileşiği dikkat çekicidir. Bu bileşik, genellikle plastikleştirici olarak kullanılır (Harmon and Otter 2022).

Gövde Hex özütünde en fazla bulunan bileşikler palmitik asit ile en bol bileşiktir. Bunu oleik asit ve linoleik asit klorür takip etmektedir (Tablo 12). Fitol %2.64 ve Neofitadien %2.33 oranlarında bulunur. Bu bileşikler, terpenoidler sınıfına ait ve antioksidan, antimikrobiyal ve anti-enflamatuar özelliklere sahip olabilirler (Zheng *et al.* 2005). Gövde DCM ekstresindeki örneklerinde en yüksek oranda bulunan bileşikler 9-okta-dekenoik asit (oleik asit) ve n-heksadekanoik asittir. Ayrıca (-)-Loliolid ve fitol gibi bileşikler de belirgin bir şekilde bulunmaktadır (Tablo 14). Oleik asidin allelopatik etkileri üzerine spesifik çalışmalar sınırlıdır, ancak bazı bitki türlerinde kök büyümesini ve tohum çimlenmesini etkileyebileceği düşünülmektedir. Palmitik asidin (n-heksadekanoik asit) allelopatik etkileri, bazı bitki türlerinde tohum çimlenmesini ve kök büyümesini inhibe edebildiği gösterilmiştir. Loliolidin allelopatik etkileri üzerine özel çalışmalar azdır, ancak genel olarak seskiterpenoidlerin bazı bitki türleri üzerinde antimikrobiyal ve inhibitör etkilere sahip olabileceği bilinmektedir (Padilla-Gonzalez *et al.* 2016; Carta *et al.* 2017; Janusauskaite 2023). Gövde CHL örneklerinde gliserin, oktadekanoik asit ve 2-t-Bütil-5-hidroksimetil-5-metil-[1,3]dioksolan-4-on gibi bileşikler dikkat çekmektedir. Gliserin, bitkisel yağların hidrolizinden elde edilen yaygın bir bileşiktir (Tablo 16). EA ekstresinde 9-okta-dekenoik asit (oleik asit), 1-eikosanol ve 12-benzendikarboksilik asit (ftalik asit) gibi bileşikler belirgin orandadır (Tablo 18). Büt ekstresinde 9-okta-dekenoik asit (Z)-23-dihidroksipropil ester, kolesta-6,22,24-trien-3 $\beta$ -ol, ve 9-heksadesenoik asit gibi bileşikler yüksek oranda bulunmaktadır (Tablo 20).

Soğan Hex ekstresinde en fazla bulunan bileşikler; oleik asit %0.34 ve %0.18 olmak üzere iki farklı RT'de toplamda %0.52 oranıyla en bol bileşiktir (Tablo 13). Bunu palmitik asit %0.40 ve 2,4-dimetilfenol %0.47 takip etmektedir. Linalool %0.08 oranında bulunur. Bu bileşik, hoş bir kokuya sahip ve rahatlatıcı ve anti-anksiyete etkileri olduğu bilinmektedir (Pereira *et al.* 2018). Diklorometan ekstresinde 9-okta-dekenoik asit, heksadekanoik asit (palmitik asit) ve di-n-oktilftalat gibi bileşikler öne çıkmaktadır (Tablo 15). Kloroform ekstresinde soğan örneklerinde oktadekanoik asit, fenol türevleri ve heksadekanoik asit gibi bileşikler öne çıkmaktadır (Tablo 17). Fenoller, antioksidan özellikleriyle bilinirler ve bitkilerin savunma mekanizmalarında önemli rol oynarlar. Ayrıca, ilaç ve gıda sanayinde koruyucu olarak kullanılırlar. Etilasetat ekstresinde soğan örneklerinde 9-heksadesenoik asit, 9-okta-dekenoik asit (oleik asit), ve 12-benzendikarboksilik asit dinonil ester bileşikler öne çıkmaktadır (Tablo 19). Bütanol ekstresinde soğan örneklerinde 1-Bütanol, 4-etoksi, formik asit propil ester ve pentaetil-disiloksan gibi bileşikler bulunmaktadır (Tablo 21).

**Tablo 12.** *A. akaka* gövdesi hekzan özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                      | RT (dk) | %    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| Heksadekanoik asit (CAS) Palmitik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )        | 27,13   | 4,55 |
| 9,12-Oktadekadienoil klorür, (Z,Z)-, Linoleik asit klorür (C <sub>18</sub> H <sub>31</sub> ClO) | 29,36   | 4,29 |
| 9,12-Oktadekadienoik, metil ester (E,E)-(CAS) (C <sub>19</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> ) | 29,29   | 4,14 |
| 9-Oktadesenoik asit (Z)- (CAS) Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )     | 29,65   | 3,43 |
| Tetradekanoik asit (C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub> )                            | 24,25   | 2,83 |
| Fitol (C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O)                                                       | 32,53   | 2,64 |
| Neofitadien (C <sub>20</sub> H <sub>38</sub> )                                                  | 25,61   | 2,33 |
| 2-Pentadekanon, 6,10,14-trimetil- (C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O)                           | 25,55   | 2,17 |

**Tablo 13.** *A. akaka* soğanı hekzan özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                         | RT (dk) | %    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| Fenol,2-metil-5-(1-metiletil)- (CAS) (C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O)                           | 16,58   | 0,47 |
| n-Heksadekanoik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                             | 27,12   | 0,4  |
| 9-Oktadesenoik asit (Z)- (CAS) Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )        | 29,40   | 0,34 |
| Fenol,2,4-bis(1,1-dimetiletil)-(CAS) (C <sub>14</sub> H <sub>22</sub> O)                           | 20,42   | 0,20 |
| 9-Oktadesenoik asit (Z)- (CAS) Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )        | 29,67   | 0,18 |
| 1,2-Benzendikarboksilik asit, dinonil ester(CAS)( C <sub>26</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub> ) | 23,80   | 0,10 |
| L-Linalool (C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O)                                                     | 12,55   | 0,08 |
| Nonadekan (C <sub>19</sub> H <sub>40</sub> )                                                       | 26,5    | 0,06 |
| Heptadekan, 2,6,10,15-tetrametil- (CAS) (C <sub>21</sub> H <sub>44</sub> )                         | 23,63   | 0,05 |
| Dodekan, 2,6,11-trimetil-(C <sub>15</sub> H <sub>32</sub> )                                        | 22,08   | 0,04 |
| Dodekan, 4,6-dimetil- (C <sub>14</sub> H <sub>30</sub> )                                           | 21,24   | 0,04 |
| Oktadekanoik asit, mrtıl ester (CAS) (C <sub>19</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub> )             | 26,65   | 0,04 |
| Tetradekan (C <sub>14</sub> H <sub>30</sub> )                                                      | 18,68   | 0,04 |

**Tablo 14.** *A. akaka* gövdesi diklorometan özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                                      | RT (dk) | %    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| 9-Oktadesenoik asit (Z)- (CAS) Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )                     | 30,66   | 6,55 |
| n-Heksadekanoik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                                          | 28,33   | 6,31 |
| Oktadekanoik asit (CAS) Stearik asit (C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub> )                          | 31,0    | 5,33 |
| (-)-Loliolid (C <sub>11</sub> H <sub>16</sub> O <sub>3</sub> )                                                  | 25,22   | 4,06 |
| n-Heksadekanoik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                                          | 22,05   | 3,69 |
| n-Heksadekanoik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                                          | 28,08   | 3,44 |
| Tetradekanoik asit (CAS) Miristik asit (C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub> )                        | 25,3    | 3,39 |
| Headekanoic asit, bütül ester veya palmitik asit, bütül ester (C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub> ) | 31,28   | 3,33 |
| 2-Pentadekanon, 6,10,14-trimetil- (C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O)                                           | 26,64   | 2,87 |
| Fitol (C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O)                                                                       | 26,7    | 2,64 |

**Tablo 15.** *A. akaka* soğanı diklorometan özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                                                              | RT (dk) | %    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| 9-Oktadesenoik asit (CAS) (C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub> )                                                             | 29,41   | 4,53 |
| Heksadekanoik asit, Palmitik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                                                     | 27,12   | 2,53 |
| Di-n-oktilfitalat (C <sub>24</sub> H <sub>38</sub> O <sub>4</sub> )                                                                     | 23,8    | 2,37 |
| 9-Oktadesenoik asit (Z)-,2,3-dihidroksipropil ester (C <sub>21</sub> H <sub>40</sub> O <sub>4</sub> )                                   | 28,47   | 1,84 |
| Tetratetrakontan(CAS) (C <sub>44</sub> H <sub>90</sub> )                                                                                | 26,83   | 0,93 |
| (S,6S)-5-(4-Nitrobenzoiloksi)-2,2,6,7-tetrametil spiro[benzofuran-2(3H)-sikloHekzan] (C <sub>24</sub> H <sub>27</sub> NO <sub>5</sub> ) | 26,87   | 0,87 |
| Oktadekanoik asit, Stearik asit (C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub> )                                                       | 29,66   | 0,67 |
| Kolesta-6-22-24-trien, 4,4-dimetil- (C <sub>29</sub> H <sub>46</sub> )                                                                  | 27,89   | 0,57 |
| Tetradekanoik asit (CAS), Miristik asit (C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub> )                                               | 24,26   | 0,19 |
| Fitol (C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O)                                                                                               | 32,54   | 0,19 |
| Fitol (C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O)                                                                                               | 29,15   | 0,18 |
| 2-Pentadekanon, 6,10,14-trimetil-(CAS) (C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O)                                                              | 25,56   | 0,12 |

**Tablo 16.** *A. akaka* gövdesi kloroform özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                                        | RT (dk) | %    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| 2-t-Bütil-5-hidroksimetil-5-metil-[1,3]dioksolan-4-on (C <sub>9</sub> H <sub>16</sub> O <sub>4</sub> )            | 16,75   | 2,45 |
| Gliserin (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> )                                                          | 17,21   | 2,45 |
| Oktadekanoik asit, 2-hidroksi-1-(hidroksimetil)etil ester (CAS) (C <sub>21</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub> ) | 29,21   | 0,88 |
| 2-Pirolidinkarboksilik asit-5-okso-, etil ester (C <sub>7</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>3</sub> )                 | 22,02   | 0,6  |
| 1,2-Benzendikarboksilik asit, dinonil ester (CAS) (C <sub>26</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub> )               | 29,91   | 0,38 |
| Oktadekanoik asit (C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub> )                                               | 29,64   | 0,3  |
| 1,2-Benzendikarboksilik asit, diisononil ester (C <sub>26</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub> )                  | 31,92   | 0,26 |
| Hekzadekan, 2,6,10,14-tetrametil- (C <sub>20</sub> H <sub>42</sub> )                                              | 32,14   | 0,23 |
| 1,2-Benzenedikarboksilik asit, dinonil ester(CAS) (C <sub>26</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub> )               | 30,49   | 0,2  |
| n-Hekzadekanoik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                                            | 27,08   | 0,18 |
| 1-Hekzanol,2-etil-(CAS) (C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O)                                                        | 11,22   | 0,13 |

**Tablo 17.** *A. akaka* soğanı kloroform özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                                              | RT (dk) | %    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| Oktadekanoik asit (CAS) (C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub> )                                               | 29,66   | 9,19 |
| n-Hekzadekanoik asit, Hekzadekanoik asit, palmitik asit, (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )              | 27,12   | 8,5  |
| Fenol, 2,4-bis(1,1-dimetiletil)-(CAS) (C <sub>14</sub> H <sub>22</sub> O)                                               | 20,38   | 5,75 |
| Formamid, N-{4-[2-(1,1-dimetiletil)-5-okso-1,3-dioksolan-4-il]bütil} (C <sub>12</sub> H <sub>21</sub> NO <sub>4</sub> ) | 28,61   | 5,59 |
| 7,9-di-tert-bütil-1-oksaspiro[4.5]deka-6,9-dien-2,8-dion (C <sub>17</sub> H <sub>24</sub> O <sub>3</sub> )              | 26,47   | 4,59 |
| 3,5-Di-t-bütil-4-hidroksibenzoik asit, etil ester (C <sub>17</sub> H <sub>26</sub> O <sub>3</sub> )                     | 27,47   | 3,8  |
| Oktakozan (C <sub>28</sub> H <sub>58</sub> )                                                                            | 24,54   | 3,44 |
| Tetrakozan (CAS) (C <sub>24</sub> H <sub>50</sub> )                                                                     | 23,93   | 2,68 |
| Tetradekanoik asit (C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub> )                                                    | 24,28   | 2,2  |
| Trikozan (CAS) (C <sub>23</sub> H <sub>48</sub> )                                                                       | 21,19   | 2,17 |

**Tablo 18.** *A. akaka* gövdesi etilasetat özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                  | RT (dk) | %     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
| 9-Oktadesenoik asit (Z)- (CAS) Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> ) | 28,50   | 24,33 |
| 1-Eikosanöl (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )                               | 30,36   | 21,69 |
| 9-Oktadesenoik asit (Z)- (CAS) Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> ) | 27,89   | 20,19 |
| 1,2-Benzendikarboksilik asit, Ftalik asit (C <sub>26</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub> ) | 31,26   | 16,22 |
| Tetratetrakontan (CAS) (C <sub>44</sub> H <sub>90</sub> )                                   | 29,59   | 15,72 |
| 1-Tetradekanöl (CAS) (C <sub>14</sub> H <sub>30</sub> O)                                    | 30,73   | 15,66 |
| 2-Propenotriometilstanan (C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> S SN)                              | 31,53   | 15,43 |
| 1,2-Benzendikarboksilik asit, Ftalik asit (C <sub>26</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub> ) | 31,93   | 15,42 |
| 1-Hekzadekanöl,2-metil- (CAS) (C <sub>17</sub> H <sub>36</sub> O)                           | 29,10   | 14,64 |
| Oktadekanoik asit (CAS) Stearik asit (C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub> )      | 24,30   | 13,22 |
| Tetrakozan (C <sub>24</sub> H <sub>50</sub> )                                               | 23,10   | 11,30 |
| Di-n-oktil ftalat (C <sub>24</sub> H <sub>38</sub> O <sub>4</sub> )                         | 23,81   | 10,01 |
| Dodekan (C <sub>12</sub> H <sub>26</sub> )                                                  | 14,87   | 9,70  |
| Eikozan (C <sub>20</sub> H <sub>42</sub> )                                                  | 22,06   | 9,13  |
| 6-Metil oktadekan (C <sub>19</sub> H <sub>40</sub> )                                        | 20,41   | 8,33  |
| Neofitadien (C <sub>20</sub> H <sub>38</sub> )                                              | 25,64   | 7,99  |
| 2- Metoksi-4-vinilfenol (C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub> )                    | 16,77   | 7,41  |
| Tetratetrakontan (CAS) (C <sub>44</sub> H <sub>90</sub> )                                   | 26,81   | 6,35  |
| n-Hekzadekanoik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                      | 27,12   | 6,04  |
| Heptadekan (C <sub>17</sub> H <sub>36</sub> )                                               | 18,67   | 4,17  |

**Tablo 19.** *A. akaka* soğanı etilasetat özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                          | RT (dk) | %    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| 9-Hekzadesenoik asit (C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub> )                              | 29,39   | 5,25 |
| 9-Oktadesenoik asit(Z)- (CAS) Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )          | 29,67   | 4,63 |
| 1,2-Benzendikarboksilik asit, dinonil ester(CAS) (C <sub>26</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub> )  | 23,86   | 4,58 |
| 9-Oktadesenamid, (Z)-, Oleamid (C <sub>18</sub> H <sub>35</sub> NO)                                 | 32,04   | 3,05 |
| Fenol, 2-metil-5-(1-metiletil)- (C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O)                                 | 16,6    | 3,04 |
| Hekzadekanoik asit(CAS) Palmitik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )             | 27,11   | 2,99 |
| 9, 12-Oktadekanoik asit (Z,Z)-(CAS) Linoleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> ) | 29,31   | 2,98 |
| Dotriakontan (C <sub>32</sub> H <sub>66</sub> )                                                     | 23,98   | 2,66 |
| Fenol, 3,5-dimetiletil)- (C <sub>14</sub> H <sub>22</sub> O)                                        | 20,43   | 2,58 |
| Eikozan (C <sub>20</sub> H <sub>42</sub> )                                                          | 22,08   | 2,27 |
| n-Tetradekan (C <sub>14</sub> H <sub>30</sub> O)                                                    | 18,7    | 2,26 |
| Dotriakontan (C <sub>32</sub> H <sub>66</sub> )                                                     | 25,11   | 1,96 |
| Benzen, 1-metil-1-4-(1-metiletil)-(CAS) (C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> )                          | 11,11   | 1,94 |
| Dodekan (C <sub>12</sub> H <sub>26</sub> )                                                          | 14,89   | 1,92 |

**Tablo 20.** *A. akaka* gövdesi bütanol özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                                                               | RT (dk) | %    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| 9-Oktadesenoik asit (Z)-,2,3-dihidroksipropil ester (C <sub>21</sub> H <sub>40</sub> O <sub>4</sub> )                                    | 28,47   | 10,1 |
| Kolesta-6,22,24-trien, 4,4-dimetil- (C <sub>29</sub> H <sub>46</sub> )                                                                   | 27,89   | 8,3  |
| 9-Heksadesenoik asit (CAS) (C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub> )                                                             | 29,41   | 6,79 |
| Di-n-oktil ftalat (C <sub>24</sub> H <sub>38</sub> O <sub>4</sub> )                                                                      | 23,8    | 6,75 |
| (1S,6S)-5-(4-Nitrobenzoiliks)-2,2,6,7-tetrametil-spiro[benzofuran-2(3H), 1-sikloHekzan]C <sub>24</sub> H <sub>27</sub> NO <sub>5</sub> ) | 26,87   | 4,42 |
| n-Heksadekanoik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                                                                   | 27,12   | 4,21 |
| Tetratetrakontan(CAS) (C <sub>44</sub> H <sub>90</sub> )                                                                                 | 26,83   | 3,94 |
| Oktadekanoik asit (C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub> )                                                                      | 29,66   | 3,27 |
| Fitol (C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O)                                                                                                | 29,15   | 2,91 |
| Fitol (C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O)                                                                                                | 32,54   | 2,58 |
| Tetradekanoik asit (CAS) Miristik asit (C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub> )                                                 | 24,26   | 2,54 |
| 2-Pentadekanon, 6,10,14-trimetil-(CAS) (C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O)                                                               | 25,56   | 2,19 |

**Tablo 21.** *A. akaka* soğanı bütanol özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                  | RT (dk) | %    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| 1-Bütanol, 4-etoksi- (C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub> )                       | 9,55    | 3,69 |
| Formik asit, propil ester (C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub> )                   | 10,52   | 0,76 |
| Pentaetil-disiloksan (C <sub>10</sub> H <sub>26</sub> OSi <sub>2</sub> )                    | 12,86   | 0,19 |
| Karbonik asit, dietil ester (C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub> )                | 11,25   | 0,17 |
| 2-Furankarboksaldehit, 5-(hidroksimetil)- (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub> )   | 14,69   | 0,12 |
| n-Heksadekanoik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                      | 27,06   | 0,11 |
| Heneikosan (C <sub>21</sub> H <sub>44</sub> )                                               | 23,95   | 0,10 |
| Heptadekan (CAS) (C <sub>17</sub> H <sub>36</sub> )                                         | 18,68   | 0,09 |
| 9-Oktadesenoik asit (Z)- (CAS) Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> ) | 30,22   | 0,09 |
| Octadecanoik asit (CAS), Stearik asit (C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub> )     | 24,29   | 0,08 |
| Eikozan (CAS) n-Eikozan (C <sub>20</sub> H <sub>42</sub> )                                  | 21,22   | 0,07 |
| Eikozan (C <sub>20</sub> H <sub>42</sub> )                                                  | 23,62   | 0,07 |
| Tetratriacontane, n-Tetratriacontane (C <sub>34</sub> H <sub>70</sub> )                     | 24,58   | 0,06 |
| Eikozan (C <sub>20</sub> H <sub>42</sub> )                                                  | 25,09   | 0,03 |

### ***Allium rotundum* özütlerine ait GC-MS bulguları**

*Allium rotundum* soğan ve gövdelerinden çeşitli çözücülerle (hekzan, diklorometan, kloroform, etilasetat ve bütanol) elde edilen ekstratlarında bulunan bileşikler, GC-MS (Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi) yöntemiyle belirlenmiş ve bu bileşiklerin kimyasal profilleri ortaya konulmuştur. Bu ekstratlerde belirlenen başlıca bileşikler ve bunların yüzdesel dağılımları aşağıda tablolar halinde (Tablo 22-32) sunulmuştur. Sonuçlar literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırılarak, bileşiklerin biyolojik ve endüstriyel potansiyelleri değerlendirilmiştir.

Bitkinin gövdesine ait Hex özütünde en yüksek oranda bulunan bileşik 9-Oktadesenoik Asit (E) (%7.27) olup, bu bileşik oleik asit olarak da bilinir. Oleik asit, anti-enflamatuar ve antioksidan özelliklere sahiptir ve cilt bakım ürünlerinde yaygın olarak kullanılır (Gillingham *et al.* 2011). Diğer önemli bileşikler arasında 9,12-Oktadesenoik asit metil ester (EE) (%6.38) ve n-heksadekanoik Asit (%5.33) yer alır. Bu esterler, biyodizel üretiminde ve kozmetik sanayinde kullanılmakta olup, cilt üzerinde yumuşatıcı etkiler gösterir ve enerji sektöründe yenilenebilir enerji kaynakları olarak önemlidir (Morin *et al.* 2018). Bitkinin soğanlarına ait Hex özütünde en yüksek oranda bulunan bileşik 9-Hekzadesenoik Asit (%8.4) olup, bu bileşik palmitoleik asit olarak da bilinir. Anti-enflamatuar özellikleri nedeniyle cilt bakım ürünlerinde nemlendirici olarak kullanılır. Diğer önemli bileşikler arasında E-2-Tetradesen-1-ol (%6.21) bulunur. Bu bileşik, hoş kokusu ve antimikrobiyal özellikleri nedeniyle parfüm ve kozmetik sanayinde yaygın olarak kullanılır (Altameme 2023). İlave olarak oleik asit ve linoleik asit, bitkilerde allelopatik veya biyoherbisidal özellikler sergileyen yağ asitleri arasında yer alır. Bazı çalışmalarda, oleik asidin bitki büyümesini inhibe edici etkileri olduğu gösterilmiştir. Özellikle yabancı otların kontrolünde kullanılabilecek doğal bir biyoherbisid olarak potansiyel taşır. Örneğin, bazı yağ asitlerinin, belirli yabancı ot türlerinin tohum çimlenmesini ve fide gelişimini inhibe edebildiği tespit edilmiştir (Anwar *et al.* 2021).

Gövdeye ait DCM özütünde 9-Oktadesenoik Asit (Z) (oleik Asit) (%4.82) en yüksek oranda bulunmuştur. Oleik asit, anti-enflamatuar ve antioksidan özellikleri ile bilinir ve kozmetik ürünlerde nemlendirici ve yumuşatıcı olarak kullanılır. Heksadekanoik asit (Palmitik asit) (%2.99) ise sabun ve kozmetik endüstrisinde yaygın olarak kullanılır. Bu bileşik, emülsiyon stabilizatörü olarak işlev görür ve cildi nemlendirir. Soğan DCM özütünde Neofitadien (%18.3) en yüksek oranda bulunmuştur. Bu bileşik, anti-enflamatuar ve antioksidan özelliklere sahiptir ve farmakolojik uygulamalarda potansiyel bir bileşen olarak değerlendirilmektedir (Selmy *et al.* 2023). Oktadekanoik asit (stearik asit) (%7.8) ise sabun ve kozmetik endüstrisinde yaygın olarak kullanılır. Bu bileşik, emülsiyon stabilizatörü ve

kalınlaştırıcı olarak da işlev görür (Pereira-Leite *et al.* 2023). Palmitik asit de benzer şekilde biyoherbisidal özelliklere sahiptir. Yapılan araştırmalarda, palmitik asidin bitki büyümesini olumsuz etkileyebildiği ve bazı yabancı ot türlerinin büyümesini engelleyebildiği belirlenmiştir. Palmitik asit, bitkilerde doğal olarak bulunur ve allelopatik bileşenler arasında sayılır (Anwar *et al.* 2021).

Bitkinin gövde CHL özütünde 9-Oktadesenoik asit (E) (%3.73) en yüksek oranda bulunmuştur. Oleik asit, anti-enflamatuar ve antioksidan özelliklere sahiptir ve cilt bakım ürünlerinde yaygın olarak kullanılır. Oktakozan (%2.46) ise uzun zincirli bir alkan olup, cilt bakım ürünlerinde yumuşatıcı olarak kullanılır ve su geçirmezlik özelliği sağlar (Shahidi and Zhong 2009). Soğan kloroform özütünde ise stigmastan-6,22-dien-3,5-dedihidro- (%0.5) en yüksek oranda bulunmuştur. Bu sterol, antioksidan ve anti-enflamatuar özelliklere sahiptir ve kolesterol düşürücü etkileri ile de bilinir. 9-Oktadesenoik asit (Z) (oleik Asit) (%0.47) ise kozmetik ürünlerde nemlendirici ve yumuşatıcı olarak kullanılır. Antioksidan ve anti-enflamatuar özellikleri ile bilinmektedir (Bhattacharya *et al.* 2017; Liao *et al.* 2024).

Gövdeya ait EA özütünde 1-bütanol 3-metil-asetat (%4.65) en yüksek oranda bulunmuştur. Bu bileşik, çözücü olarak kullanılır ve hoş bir kokuya sahiptir, bu nedenle parfüm ve kozmetik sanayinde yaygın olarak kullanılır, ayrıca allelopatik etkileri de bulunmaktadır (Pothimon *et al.* 2022). 9-Oktadesenamid (Z) (oleoamid) (%4.28) ise kayganlaştırıcı ve antioksidan özelliklere sahiptir. Endüstride ve biyomedikal uygulamalarda kullanılır. Soğan EA özütünde 9-Hekzadekanoik asit (%1.09) en yüksek oranda bulunmuştur. Bu bileşik, cilt bakım ürünlerinde nemlendirici olarak kullanılır ve anti-enflamatuar özelliklere sahiptir (Bhattacharya *et al.* 2017; Liao *et al.* 2024).

*Allium rotundum*'un gövde Büt özütünde 9-Oktadesenamid (Z) (oleoamid) (%9.53) en yüksek oranda bulunmuştur. Bu bileşik, kayganlaştırıcı ve antioksidan özelliklere sahiptir ve biyomedikal uygulamalarda ve endüstriyel proseslerde yaygın olarak kullanılır. 9-Hekzadesenoik asit (%7.49) ise hücre zarlarının yapısında önemli rol oynar ve cilt bakımında nemlendirici olarak kullanılır (Fan *et al.* 2024). Soğan Büt özütünde formik asit 11-dimetil ester (%4.37) en yüksek oranda bulunmuştur. Bu küçük organik asit, farklı biyolojik aktivitelere sahip olup çeşitli endüstriyel uygulamalarda da kullanılır. Pentan 3-metil- (%3.5) ise çeşitli kimyasal sentezlerde kullanılır ve çözücü olarak işlev görür.

**Tablo 22.** *A. rotundum* gövdesi hekzan özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                            | RT (dk) | %    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| 9-Oktadesenoik asit, (E) (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )                            | 29,45   | 7,27 |
| 9, 12- Oktadesenoik asit, metil ester, (E,E)- (CAS) (C <sub>19</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> ) | 28,85   | 6,38 |
| n-Heksadekanoik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                                | 27,17   | 5,33 |
| 9-oktadesenoik asit, (Z) (CAS) Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )           | 29,71   | 4,91 |
| Fenol, 2,4-bis(1,1-dimetiletil)- (CAS) (C <sub>14</sub> H <sub>22</sub> O)                            | 20,43   | 4,28 |
| Fenol, 2-etil-4,5-dimetil- (C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O)                                        | 16,63   | 3,91 |
| Granil asetat (C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub> )                                       | 17,99   | 3,09 |
| Heksadekanoik asit, metil ester (C <sub>17</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )                     | 26,65   | 2,62 |

**Tablo 23.** *A. rotundum* soğanı hekzan özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                                     | RT (dk) | %    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| 9-Hekzadesenoik asit (CAS) (C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub> )                                   | 29,47   | 8,4  |
| n-Heksadekanoik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                                         | 27,2    | 7,22 |
| E-2-Tetradesen-1-ol (C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O)                                                        | 30,31   | 6,21 |
| 9-Hekzadesenoik asit (CAS) (C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub> )                                   | 26,84   | 5,11 |
| 9-Oktadesenoik asit (Z)- (CAS) Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )                    | 29,7    | 4,99 |
| Heksadekanoik asit, bütül ester (C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub> )                              | 29,96   | 4,71 |
| 9, 17-Oktadekadiyen, (CAS) (C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O)                                                 | 29,85   | 4,13 |
| 4,8,12,16-Tetrametilheptadekan-4-olid (C <sub>21</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub> )                        | 32,1    | 3,1  |
| Oktakozan (C <sub>28</sub> H <sub>58</sub> )                                                                   | 31,55   | 3,07 |
| Pentadekanoik asit (CAS) Pantadesilik asit (C <sub>15</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub> )                   | 25,72   | 2,97 |
| Dodekanoik asit, Laurik asit (C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub> )                                 | 21,19   | 2,89 |
| Fitol izomeri (C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O)                                                              | 31,43   | 2,86 |
| Tetradekanoik asit (CAS) Miristik asit (C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub> )                       | 24,3    | 2,83 |
| Fitol (C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O)                                                                      | 29,17   | 2,82 |
| Eikosanoik asit, metil ester (CAS) Araşidik asit metil ester (C <sub>21</sub> H <sub>42</sub> O <sub>2</sub> ) | 26,61   | 2,32 |
| 2-Pentadekanon ,6,10,14-trimetil-(CAS) (C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O)                                     | 25,58   | 2,27 |
| Neofitadien (C <sub>20</sub> H <sub>38</sub> )                                                                 | 25,64   | 2,23 |
| Pentatriakontan, 17-(hidroksimetil)- (C <sub>36</sub> H <sub>74</sub> O)                                       | 29,9    | 0,96 |

**Tablo 24.** *A. rotundum* gövdesi diklorometan özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                      | RT (dk) | %    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| 9-Oktadedesenoik asit (Z)- (CAS) Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )   | 29,41   | 4,82 |
| Heksadekaniyok asit (CAS) Palmitik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )       | 27,12   | 2,99 |
| Fenol,4-(3-hidroksi-1-propenil)-2-metoksi- (C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub> )    | 23,79   | 2,8  |
| 1,E-11,Z-13-Oktadekatrien (C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> )                                    | 29,31   | 1,33 |
| 9-Oktadedesenoik asit (Z)- (CAS) Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )   | 29,66   | 1,29 |
| 14,alfa-metil-5alfa-ergosta-8,24(28)-dien-3beta-ol (C <sub>29</sub> H <sub>48</sub> O)          | 31,99   | 1,23 |
| Tiositosterol disülfid (C <sub>58</sub> H <sub>98</sub> S <sub>2</sub> )                        | 31,91   | 1,16 |
| Benzenpropanoik asit, 2,5-dimetoksi- (C <sub>11</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub> )          | 27,23   | 1,11 |
| Fitol (C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O)                                                       | 29,16   | 0,59 |
| Oktadekanoik asit, 2-hidroksietil ester (CAS) (C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O <sub>3</sub> ) | 32,09   | 0,48 |
| Tetradekanoik asit (CAS) Miristik asit (C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub> )        | 24,27   | 0,38 |
| 3,5-Heptandion, 2,2,6,6-tetrametil- (C <sub>11</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub> )           | 21,18   | 0,30 |
| Neofitadien (C <sub>20</sub> H <sub>38</sub> )                                                  | 25,63   | 0,26 |

**Tablo 25.** *A. rotundum* soğanı diklorometan özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                               | RT (dak) | %    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|
| Neofitadien (C <sub>20</sub> H <sub>38</sub> )                                                           | 27,31    | 1,83 |
| Oktadekanoik asit (C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub> )                                      | 30,95    | 0,78 |
| n-Heksadekanoik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                                   | 28,26    | 0,78 |
| 9-Oktadesenoik asit (Z)-(CAS) Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )               | 30,62    | 0,65 |
| Tetradekanoik asit (C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub> )                                     | 25,27    | 0,34 |
| Neofitadien veya Pentadekanal (C <sub>20</sub> H <sub>38</sub> )                                         | 26,69    | 0,32 |
| 6-Etil-3-trimetiloksidekan (C <sub>15</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> Si)                           | 31,87    | 0,29 |
| Fitol (C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O)                                                                | 30,39    | 0,19 |
| 1,2-Benzendikarboksilik asit, ditridesil ester (C <sub>34</sub> H <sub>58</sub> O <sub>4</sub> )         | 27,55    | 0,19 |
| Heksadekanoik asit, 1,1-dimetiletil ester (C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub> )              | 31,26    | 0,13 |
| Dodekanoik asit (CAS) Laurik asit (C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub> )                      | 22,01    | 0,13 |
| Ekosanoik asit, 2-hidroksi-1-(hidroksimetil)etil ester (C <sub>23</sub> H <sub>46</sub> O <sub>4</sub> ) | 32,52    | 0,12 |
| 1-Dekanol, 2-heksil- (C <sub>16</sub> H <sub>34</sub> O)                                                 | 27,78    | 0,11 |
| Fenol,2,4-bis(1,1-dimetiletil)- (C <sub>14</sub> H <sub>22</sub> O)                                      | 21,19    | 0,09 |

**Tablo 26.** *A. rotundum* gövdesi kloroform özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                  | RT (dak) | %    |
|-----------------------------|----------|------|
| 9-Oktadesenoik asit, (E)-   | 29,406   | 3,73 |
| Oktakozan (CAS) n-Oktakozan | 26,852   | 2,46 |
| n-hekzadekanoik asit        | 27,101   | 1,49 |
| 1,E-11,Z-13-Oktadekatrien   | 29,308   | 1,03 |

**Tablo 27.** *A. rotundum* soğanı kloroform özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                          | RT (dk) | %    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| Stigmastan-6,22-dien, 3,5-dedihidro- (C <sub>29</sub> H <sub>46</sub> )                             | 31,39   | 0,5  |
| 9-Oktadesenoik asit (Z)- (CAS) Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )         | 30,88   | 0,47 |
| n-Heksadekanoik asit, Heksadekanoik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )          | 28,16   | 0,37 |
| Tetracosan, 1-bromo- (C <sub>24</sub> H <sub>49</sub> Br)                                           | 28,32   | 0,34 |
| Di-n-oktil ftalat (C <sub>24</sub> H <sub>38</sub> O <sub>4</sub> )                                 | 27,47   | 0,28 |
| 13-Dokozenoik asit, metil ester, (Z)- (C <sub>23</sub> H <sub>44</sub> O <sub>2</sub> )             | 30,08   | 0,24 |
| 1,2-Benzendikarboksilik asit, dioktil ester (CAS) (C <sub>24</sub> H <sub>38</sub> O <sub>4</sub> ) | 27,53   | 0,21 |
| 11,14-Eikosadienoik asit, metil ester (CAS) (C <sub>21</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub> )       | 29,98   | 0,18 |
| Stigmastan-6,22-dien, 3,5-dedihidro- (C <sub>29</sub> H <sub>46</sub> )                             | 31,44   | 0,11 |

**Tablo 28.** *A. rotundum* gövdesi etilasetat özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                                                 | RT (dk) | %    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| 1-Bütanol, 3-metil-, asetat (CAS) (C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub> )                                         | 12,08   | 4,65 |
| 9-Oktadesenamid, (Z)- (CAS) Oleoamid (C <sub>18</sub> H <sub>35</sub> NO)                                                  | 30,71   | 4,28 |
| 9-Oktadesenoik asit (Z)- (CAS) Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )                                | 29,37   | 4,02 |
| 1,3-Dioksolan, 4-etil-5-oktil-2,2-bis(triflorometil)-cis- (C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> F <sub>6</sub> O <sub>2</sub> ) | 31,92   | 2,97 |
| 9-Oktadesenamid, (Z)- Oleoamid, Oleik asit amid (C <sub>18</sub> H <sub>35</sub> NO)                                       | 32,02   | 2,73 |
| n-Hekzadekanik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                                                      | 27,1    | 2,73 |
| 9-Oktadesenoik asit (Z)- (CAS) Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )                                | 29,66   | 2,47 |
| Nonan, 2-metil-5-propil- (C <sub>13</sub> H <sub>28</sub> )                                                                | 22,08   | 2,36 |
| Tetradekan (C <sub>14</sub> H <sub>32</sub> )                                                                              | 18,69   | 2,23 |
| Undekan, 3,8-dimetil- (C <sub>13</sub> H <sub>28</sub> )                                                                   | 23,63   | 1,91 |
| Dekan (C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> )                                                                                   | 10,71   | 1,87 |
| Dodekan (C <sub>12</sub> H <sub>26</sub> )                                                                                 | 14,88   | 1,86 |

**Tablo 29.** *A. rotundum* soğanı etilasetat özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                                | RT (dk) | %    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| 9-Heksadekanoik asit (C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub> )                                    | 29,43   | 1,09 |
| n-Hekzadekanoik asit, Hekzadekanoik asit, Palmitik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> ) | 27,13   | 0,42 |
| 9-Oktadesenamid,(Z)-, Oleik asit amid (C <sub>18</sub> H <sub>35</sub> NO)                                | 32,01   | 0,23 |
| Dodekan (C <sub>12</sub> H <sub>26</sub> )                                                                | 14,89   | 0,1  |
| Dodekan, 2,6,10-trimetil- (CAS) (C <sub>12</sub> H <sub>26</sub> )                                        | 20,42   | 0,1  |
| Pentadekan (C <sub>15</sub> H <sub>32</sub> )                                                             | 22,06   | 0,1  |

**Tablo 30.** *A. rotundum* gövdesi bütanol özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                                            | RT (dk) | %    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| 9-Oktadesenamid,(Z)- (CAS) Oleoamid, Oleik asit amid, (C <sub>18</sub> H <sub>35</sub> NO)                            | 30,63   | 9,53 |
| 9-Hekzadesenoik asit (CAS) (C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub> )                                          | 29,44   | 7,49 |
| 13-Dokozenoik asit, metil ester, (Z)- (CAS) (C <sub>23</sub> H <sub>44</sub> O <sub>2</sub> )                         | 30,09   | 7,23 |
| 9-Oktadesenoik asit (Z)- (CAS) Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )                           | 29,97   | 6,63 |
| 6-Etil-3-trimetilsililoksidekan (C <sub>15</sub> H <sub>34</sub> OSi)                                                 | 28,55   | 6,41 |
| Oktadekanoik asit, metil ester (C <sub>19</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub> )                                      | 29,23   | 6,16 |
| 9, 12-Oktadekadienoik asit (Z,Z)- (CAS) Linoleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )               | 30,28   | 6,14 |
| 9, 12-Oktadekadienoik asit (Z,Z)- (CAS) Linoleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )               | 29,85   | 6,04 |
| 9-Oktadesenoik asit (Z)- (CAS) Oleik asit (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )                           | 29,68   | 5,97 |
| Hekzadekanoik asit (CAS) Palmitik asit (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )                              | 27,12   | 5,54 |
| Ekosanoik asit, mtil ester, Araşidininik asit metil ester (C <sub>21</sub> H <sub>42</sub> O <sub>2</sub> )           | 31,68   | 4,79 |
| 9-Hekzadesenoik asit, metil ester, (Z)- (CAS) Metil palmitoleat(C <sub>17</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )      | 26,30   | 4,60 |
| 9-Oktadesenoik asit, metil ester (CAS) Oleik asit, metil ester(C <sub>19</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub> )       | 28,92   | 4,46 |
| Metil 3-(3,5-di-tertil-4-hidroksifenil)propiyonat (C <sub>18</sub> H <sub>28</sub> O <sub>3</sub> )                   | 26,75   | 3,89 |
| Sitrik asit, trimetil ester (C <sub>9</sub> H <sub>14</sub> O <sub>7</sub> )                                          | 19,16   | 3,58 |
| Hekzadekanoik asit, metil ester(CAS) Palmitik asit metil ester, (C <sub>17</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )     | 26,64   | 3,36 |
| Oktadekanoik asit, 9,10-dihidroksi-,metil ester (CAS) (C <sub>19</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub> )               | 31,54   | 3,32 |
| 9,12-Oktadekanoik asit, metil ester (E,E)- (CAS) Metil linolelaidat (C <sub>19</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> ) | 28,81   | 3,30 |
| 9,11-Dodecadien-1-ol (C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O)                                                              | 22,64   | 2,58 |
| Nonandioik asit, dimetil ester (CAS) (C <sub>11</sub> H <sub>20</sub> O <sub>4</sub> )                                | 20,62   | 2,40 |
| Tetrakosanoik asit, metil ester(CAS) (C <sub>25</sub> H <sub>50</sub> O <sub>2</sub> )                                | 27,92   | 2,22 |

**Tablo 31.** *A. rotundum* soğanı bütanol özütüne ait bileşikler.

| Bileşikler                                                                                                         | RT (dk) | %    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| Formik asit, 1,1-dimetil ester (CAS) (C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub> )                              | 14,10   | 4,37 |
| Pentan, 3metil- (CAS) (C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> )                                                            | 17,71   | 3,50 |
| Sülfürik asit, dimetil ester (C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub> S)                                     | 10,14   | 2,94 |
| Bütil sitrat (C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>7</sub> )                                                     | 29,74   | 2,87 |
| Butil 3-asetilpropanoat (C <sub>9</sub> H <sub>16</sub> O <sub>3</sub> )                                           | 15,27   | 2,64 |
| Bütandioik asit, hidroksi-, Malik asit, dibütil ester (C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>5</sub> )            | 22,25   | 2,54 |
| Bütandioik asit, dibütil ester (C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>6</sub> )                                   | 20,87   | 2,50 |
| Etil levulinat (C <sub>7</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub> )                                                    | 11,24   | 2,31 |
| 3,3-Dibutoksi-1,1,15,5,5-heksametiltrisiloksan (C <sub>14</sub> H <sub>36</sub> O <sub>4</sub> Si <sub>3</sub> )   | 19,30   | 2,24 |
| Etandioik asit, dibütil ester(CAS) Oksalik asit di-n-bütil ester (C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O <sub>4</sub> ) | 13,55   | 2,20 |
| Bütan,1,1-[etilidenbis(oksi)]bis-(CAS) (C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub> )                           | 12,44   | 2,12 |
| Propanoik asit, 3-(diizopropilfosfino)-, metil ester (C <sub>10</sub> H <sub>21</sub> O <sub>2</sub> P)            | 12,79   | 2,07 |
| Silotetrasiloksan, oktametil-(CAS) (C <sub>8</sub> H <sub>24</sub> O <sub>4</sub> Si <sub>4</sub> )                | 10,59   | 2,06 |

Bu sonuçlar, *A. eriophyllum*, *A. akaka* ve *A. rotundum* bitkilerinin biyolojik aktif bileşenler açısından zengin olduğunu ve çeşitli endüstriyel, zirai ve tıbbi uygulamalarda kullanılma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. İleriye dönük çalışmalar, bu bileşiklerin biyolojik aktivitelerini daha detaylı incelemeli ve bu bileşiklerin farmakolojik etkilerini belirlemek için *in vitro* ve *in vivo* çalışmalar yapılmalıdır.

### **Bitki Özütlerinin Allelopatik Etkilerine Ait Bulgular**

Allelopati, bitkiler arasındaki kimyasal etkileşimlerin incelenmesiyle ilgilenen bir araştırma alanıdır ve bitkilerin diğer organizmalarla olan ilişkilerinde önemli bir rol oynar (Rice 1984; Inderjit and Dakshini 1995). Bu etkileşimler genellikle bir bitkinin diğerlerini büyüme veya gelişme üzerindeki inhibe edici veya stimülatif etkileri olarak ortaya çıkar ve allelopati mekanizmaları bitki topluluklarının yapısını ve işlevselliğini önemli ölçüde etkileyebilir (Rice 1984; Weir et al. 2004).

Bitki özütlerinin allelopatik etkilerini incelemek için çimlenme ve saksı/fide aşamalarında yapılan çalışmalar, bitkilerin farklı büyüme evrelerindeki fizyolojik durumlarını ve tepkilerini daha iyi anlamamızı sağlar. Çimlenme aşamasında yapılan araştırmalar, tohumların allelopatik bileşiklere nasıl tepki verdiğini gösterir. Bu aşamada, allelopatik bileşiklerin tohum çimlenme hızı, çimlenme oranı ve ilk fide gelişimi üzerindeki etkileri incelenir. Örneğin, bazı bileşikler tohum çimlenmesini teşvik ederken, diğerleri inhibitör etki gösterebilir ve bu durum, bitki popülasyonlarının doğal yeniden üretim süreçlerini nasıl etkilediğini anlamamıza yardımcı olur. Saksı veya fide aşamasındaki çalışmalar ise bitkilerin büyüme ve gelişme süreçlerindeki fizyolojik özelliklerini değerlendirir. Bu aşamada, allelopatik bileşiklerin fidelerin kök gelişimi, yaprak alanı genişlemesi, fotosentez verimliliği ve besin alımı üzerindeki etkileri incelenir. Bu tür çalışmalar, allelopatik etkilerin bitki gelişimi üzerindeki uzun vadeli etkilerini anlamamıza yardımcı olur ve tarımsal uygulamalarda daha sürdürülebilir yöntemler geliştirmemize olanak tanır (Inderjit and Dakshini 1995; Weir et al. 2004; Qureshi et al. 2024).

Çalışmamızın bu aşamasında, *A. eriophyllum*, *A. akaka* ve *A. rotundum* bitkilerinin soğan ve gövdelerinden elde edilen hekzan (Hex), diklorometan (DCM), kloroform (CHL), etilasetat (EA) ve bütanol (Büt) ekstraktları 1, 5, 10, 25 ve 50 ppm dozlarında kültür bitkileri olarak mısır (*Zea mays*), buğday (*Triticum aestivum*) ve fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ile yabancı zararlı ot olarak *Setaria viridis* (yapışkan ot) bitkilerinin tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerine etkilerine ait bulgular değerlendirilecektir. Sırayla önce çimlenme aşamasından, sonra saksı aşamasından elde edilen bulgular sunulacak ve tartışılacaktır.

## Çimlenme aşaması çalışmalarından elde edilen bulgular

Bu aşamada çalışılan özütlerin araştırmamızda kullanılan bitkilerin tohum çimlenmesi üzerine nasıl etki ettiği araştırılmıştır. Tohumlar için kontrol ve deney grupları oluşturulmuş ve çimlenme yüzdeleri günlük olarak (5 gün süreyle) izlenmiştir. Fide uzunluğu ve kuru ağırlık belirleme çalışması çimlenmenin 5. günü yapılmıştır. Çimlenme ortamlarında kullanılacak özütlerin konsantrasyonları; 0,0, 1, 5, 10, 25 ve 50 ppm olup Petri koşullarında çalışılmıştır. Çimlenmenin 5. günü elde edilen sonuçları değerlendirmek için tohumların çimlenme yüzdesi, ardından kuru ağırlık ve fide uzunluğu ölçülmüştür. Bu aşamadan elde edilen veriler, aşağıda tablolar halinde sunulmuştur.

Tablo 32, çalışılan özütlerin *Setaria viridis* tohum çimlenmesi üzerine etkisini göstermektedir. Elde edilen veriler tabloda yüzde olarak sunulmuştur. *S. viridis* tohumları kontrol şartlarında (saf su) %97.3 oranında çimlenmiştir. Bu tohumların sağlıklı olduğunu göstermektedir. *Allium eriophyllum* ve *Allium akaka* türlerine ait hem gövde hem de soğan ekstraktları *S. viridis* çimlenmesini belirgin şekilde inhibe etmiştir. Özellikle düşük konsantrasyonlarda (1 ve 5 ppm) bile çimlenme yüzdesi önemli ölçüde azalırken, bu etkiler daha yüksek konsantrasyonlarda (25 ve 50 ppm) daha belirgin hale gelmiştir. *Allium rotundum* türü de benzer şekilde güçlü inhibitör etkiler göstermiştir. Bu bitkinin hekzan diklorometan ve kloroform ekstraktları, özellikle yüksek konsantrasyonlarda (25 ve 50 ppm) çimlenme oranını önemli ölçüde düşürmüştür. Çalışmada kontrol grubuna kıyasla tüm özütlerin *S. viridis* çimlenmesi üzerinde belirgin bir inhibisyon etkisi gösterdiği tespit edilmiştir.

Çimlenme aşamasındaki deneylerde öne çıkan bitki *A. rotundum* olmuştur. Bu bitki türü, özellikle yüksek konsantrasyonlarda *S. viridis* çimlenmesini güçlü bir şekilde inhibe etmiştir. *A. rotundum* türünün soğan kısmından elde edilen DCM özütü, 50 ppm konsantrasyonunda çimlenme oranını %62 oranında düşürerek en düşük çimlenme oranını göstermiştir. Benzer şekilde, Hex özütü 50 ppm konsantrasyonunda çimlenme oranını %76 oranında düşürerek en düşük çimlenme oranını kaydetmiştir. Büt özütü ise 50 ppm'de %54 oranında bir düşüş göstererek çimlenme oranını kontrole göre düşük seviyeye indirmiştir. *A. akaka* türünün soğan kısmından elde edilen DCM özütü, 50 ppm konsantrasyonunda çimlenme oranını %64 oranında düşürerek çimlenme yüzdesi ile güçlü bir inhibitör etki göstermiştir. *A. eriophyllum* türünün gövde kısmından elde edilen Hex özütü, 50 ppm konsantrasyonunda çimlenme oranını %59 oranında düşürerek kontrole göre düşük bir çimlenme oranını göstermiştir. DCM özütü ise aynı konsantrasyonda çimlenme oranını %54 oranında düşürerek güçlü bir inhibisyona neden olmuştur.

*Allium* türlerinin allelopatik etkileri, literatürde birçok çalışmada vurgulanmıştır. Jang vd. (2019), *Allium* türlerinin birçok yabancı ot türü üzerinde güçlü allelopatik etkiler gösterdiğini rapor etmiştir. Ekstraktların inhibitör etkilerinin altında yatan mekanizmalar, içerdiği biyokimyasal bileşikler ile ilişkilidir. Li vd. (2023), bitkisel ekstraktların fenolik bileşikler, flavonoidler ve alkaloidler gibi çeşitli sekonder metabolitler içerdiğini ve bu bileşiklerin bitki çimlenmesi ve büyümesi üzerinde inhibitör etkiler gösterdiğini belirtmiştir. Bizim çalışmamızda da, özellikle *A. rotundum*'un DCM ve Hex ekstraktlarının çimlenme oranını sırasıyla %62 ve %76 oranında düşürmesi, bu türlerin içerdiği aktif bileşiklerin güçlü inhibitör etkiler gösterdiğini doğrulamaktadır.

Bu sonuçlar, *A. rotundum* ve *A. akaka* türlerinin soğan kısımlarından elde edilen DCM ve Hex özütlerinin, çimlenmeyi en güçlü inhibe eden özütler olduğunu göstermektedir. Özellikle *A. rotundum*'un Hex ve DCM özütleri, düşük çimlenme oranları ile en yüksek inhibitör etkileri göstermiştir. Özellikle, yüksek konsantrasyonlarda (50 ppm) tüm özütlerin çimlenme oranını önemli ölçüde azalttığı gözlemlenmiştir. Bu, *Allium* türlerinin allelopatik potansiyelini ve biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılma olasılığını ortaya koymaktadır.

**Tablo 32.** *Allium* türleri özütlerinin *Setaria viridis* çimlenmesine etkisi (%). Aynı harfler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir (p<0,05).

| Bitki                 | Bitki kısmı | Özüt         | 1 ppm         | 5 ppm       | 10 ppm       | 25 ppm        | 50 ppm        |
|-----------------------|-------------|--------------|---------------|-------------|--------------|---------------|---------------|
| <i>A. eriophyllum</i> | Gövde       | Hekzan       | 90,67±2,3 ab  | 70,67±2,3 a | 52,67±5 c    | 50,67±2,3 a   | 44,00±0 a     |
|                       |             | Diklorometan | 86,00±5,2 ab  | 55,00±1,7 c | 40,67±1,1 d  | 29,33±4,4 c   | 28,00±0 d     |
|                       |             | Kloroform    | 77,33±13,2 ab | 70,67±2,3 a | 56,67±1,1 c  | 56,00±3,4 ab  | 40,00±6,9 bc  |
|                       |             | Etilasetat   | 72,00±5,1 b   | 72,67±1,1 a | 58,00±0 c    | 55,33±3 a     | 41,33±4,6 bc  |
|                       |             | Bütanol      | 84,00±2,8 ab  | 55,67±2,5 c | 45,33±4,6 c  | 21,33±2,3 d   | 1,33±2,3 e    |
|                       | Soğan       | Hekzan       | 92,00±5,1 a   | 68,00±0 ab  | 56,67±1,1 c  | 54,00±3,4 ab  | 38,00±3,4 bc  |
|                       |             | Diklorometan | 88,00±4,3 ab  | 64,00±4 b   | 58,00±2 c    | 52,67±1,1 b   | 40,67±5,7 bc  |
|                       |             | Kloroform    | 90,00±10,3 ab | 70,67±4,6 a | 58,67±4,6 b  | 60,00±4 a     | 34,67±2,3 c   |
|                       |             | Etilasetat   | 88,67±3 ab    | 73,33±2,3a  | 64,00±4 ab   | 55,33±3 a     | 48,00±0 a     |
|                       |             | Bütanol      | 90,67±2,3 ab  | 70,67±4,6 a | 65,33±3 a    | 57,33±6 ab    | 36,00±3,4 c   |
| <i>A. akaka</i>       | Gövde       | Hekzan       | 84,67±4,1 c   | 54,67±2,3 c | 41,33±2,3 c  | 45,33±11 d    | 8,00±6,9 d    |
|                       |             | Diklorometan | 84,00±6,9 c   | 82,67±4,6 a | 68,67±1,1 a  | 57,33±1,1 ab  | 32,00±0 c     |
|                       |             | Kloroform    | 85,33±4,6 c   | 76,67±1,1 a | 68,67±3 a    | 53,33±4,6 bcd | 41,33±4,6 ab  |
|                       |             | Etilasetat   | 85,33±4,6 c   | 82,00±2 a   | 69,33±2,3 a  | 49,33±2,3 bcd | 42,67±2,3 a   |
|                       |             | Bütanol      | 88,00±6,9 bc  | 72,00±4 a   | 70,67±2,3 a  | 50,67±2,3 bcd | 30,67±2,3 c   |
|                       | Soğan       | Hekzan       | 89,33±2,3 bc  | 79,33±8 ab  | 66,67±2,3 ab | 48,00±0 cd    | 30,67±4,6 c   |
|                       |             | Diklorometan | 98,67±2,3 a   | 84,00±4 a   | 68,00±4 a    | 54,67±2,3 abc | 36,00±0 abc   |
|                       |             | Kloroform    | 89,33±2,3 bc  | 77,33±9 a   | 69,33±2,3 a  | 62,67±4,6 a   | 32,00±0 c     |
|                       |             | Etilasetat   | 90,67±2,3 bc  | 70,67±2 b   | 62,67±4,6 b  | 56,67±1,1 ab  | 34,67±2,3 abc |
|                       |             | Bütanol      | 94,67±2,3 ab  | 78,00±2 ab  | 69,33±2,3 a  | 50,67±2,3 bcd | 40,00±6,9 ab  |
| <i>A. rotundum</i>    | Gövde       | Hekzan       | 92,00±0 a     | 57,33±2,3 c | 46,67±2,3 d  | 32,00±0 d     | 5,33±4,6 f    |
|                       |             | Diklorometan | 91,33±1,1 a   | 70,67±2,3 b | 56,00±0 c    | 33,33±2,3 d   | 28,00±0 cd    |
|                       |             | Kloroform    | 92,67±1,1 a   | 75,33±1,1 b | 62,67±4,6 bc | 53,33±4,6 ab  | 46,67±2,3 a   |
|                       |             | Etilasetat   | 88,00±0 ab    | 72,00±4 b   | 64,00±4 c    | 50,67±4,6 b   | 30,67±2,3 c   |
|                       |             | Bütanol      | 82,67±9,2 ab  | 62,67±5 c   | 55,33±1,1 cd | 42,00±0 c     | 26,67±2,3 cd  |
|                       | Soğan       | Hekzan       | 90,67±2,3 ab  | 60,67±6,4 c | 46,67±4,1 d  | 25,33±2,3 e   | 21,33±2,3 e   |
|                       |             | Diklorometan | 90,67±2,3 ab  | 87,33±1,1 a | 76,00±4 a    | 60,67±0 e     | 37,33±4,6 b   |
|                       |             | Kloroform    | 89,33±2,3 ab  | 72,00±4 b   | 74,67±2,3 a  | 64,00±0 e     | 30,67±2,3 c   |
|                       |             | Etilasetat   | 90,67±2,3 ab  | 74,67±6 b   | 64,00±6,9 bc | 44,00±0 e     | 25,33±2,3 de  |
|                       |             | Bütanol      | 80,67±7,5 b   | 82,67±2,3 a | 69,33±2,3ab  | 56,00±0 a     | 45,33±2,3 a   |
|                       |             | Kontrol      | 97,33±2,3     |             |              |               |               |

Tablo 33, farklı bitki özütlerinin *Setaria viridis*'in kuru ağırlığını düşürmede önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Öncelikle, *A. eriophyllum* bitkisinin Hex çözücüsünden elde edilen özütlerinin, düşük dozlarda bile *S. viridis* üzerinde belirgin bir inhibisyon sağladığı bulunmuştur (Tablo 33). Özetle, 1 ve 5 ppm dozajlarında, bu özütlerin fidelerin kuru ağırlığını anlamlı ölçüde azalttığı gözlenmiştir. Bu sonuçlar, *A. eriophyllum* bitkisinin Hex çözücüsünden elde edilen özütlerinin biyoherbisidal potansiyeline dair güçlü kanıtlar sunmaktadır. Çalışmamızın diğer bir önemli bulgusu, DCM ve EA çözücülerinin de *S. viridis*'in kuru ağırlığını azaltmada etkili olduğudur. Özellikle DCM çözücüsünden elde edilen özütlerin, 25 ppm ve 50 ppm dozajlarında belirgin inhibisyon sağladığı tespit edilmiştir. Bu çözücülerin etkinliği, özellikle yüksek dozlarda artış göstermiş ve *S. viridis*'in büyümesini daha fazla baskı altına almıştır. Bu bulgular, DCM ve EA gibi çözücülerin biyoherbisidal potansiyellerine dair literatürdeki bulgularla uyumlu olduğunu ve tarımsal zararlılarla mücadelede potansiyel bir alternatif olabileceklerini göstermektedir (Johnson *et al.* 2017; White *et al.* 2020).

Diğer taraftan, CHL ve Büt çözücülerinin etkisi daha değişkendir. CHL çözücüsünden elde edilen özütlerin genellikle orta düzeyde bir inhibisyon sağladığı görülürken, Büt etkinliği doza bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Bu çözücülerin *S. viridis* üzerindeki etkileri, özellikle düşük ve orta dozlarda daha belirgin olmuştur. Çalışmamızın sonuçları, bitki özütlerinin çözücü türlerine ve dozajlarına bağlı olarak biyoherbisidal etkilerinin değişkenlik gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Özellikle, herbaryal uygulamalarda düşük dozlarda bile etkili olan *A. eriophyllum* bitkisinin Hex çözücüsünden elde edilen özütlerinin, tarımsal zararlıların kontrolünde potansiyel bir alternatif olarak değerlendirilme potansiyeli vardır. Literatürdeki benzer çalışmalar, bitki özütlerinin çözücü türlerine ve dozajlarına bağlı olarak biyoherbisidal etkilerinin çeşitlilik gösterebileceğini vurgulamaktadır. Özellikle, düşük dozlarda bile etkili olan *A. eriophyllum* bitkisinin Hex çözücüsünden elde edilen özütlerinin, tarımsal zararlıların kontrolünde potansiyel bir alternatif olabileceğini destekleyen çalışmalar bulunmaktadır (Johnson *et al.* 2017; White *et al.* 2020).

**Tablo 33.** *Allium* türleri özütlerinin *Setaria viridis* fidelerinde kuru ağırlık (gr) üzerine etkisi. Aynı harfler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir (p<0,05).

| Bitki                 | Bitki kısmı | Özüt           | 1 ppm             | 5 ppm         | 10 ppm     | 25 ppm      | 50 ppm      |
|-----------------------|-------------|----------------|-------------------|---------------|------------|-------------|-------------|
| <i>A. eriophyllum</i> | Gövde       | Hekzan         | 1,29±,002 a       | 0,95±,003 c   | 0,91±,004  | 0,75±,007 a | 0,33±,005 f |
|                       |             | Diklorometan   | 0,99±,03 e        | 0,95±,003 c   | 0,83±,113  | 0,58±,004 g | 0,38±,003 e |
|                       |             | Kloroform      | 1,18±,05 c        | 0,91±,002 e   | 0,89±,006  | 0,68±,004 c | 0,44±,004 d |
|                       |             | Etilasetat     | 1,27±,01 ab       | 0,92±,004 e   | 0,82±,002  | 0,65±,003d  | 0,44±,004 d |
|                       |             | Bütanol        | 0,64±,003 f       | 0,53±,003 g   | 0,35±,003  | 0,27±,002 i | 0,12±,013 g |
|                       | Soğan       | Hekzan         | 1,01±,002 de      | 0,92±,003 de  | 0,89±,01   | 0,54±,004 h | 0,32±,004 f |
|                       |             | Diklorometan   | 1,24±,007 abc     | 1,00±,014 a   | 0,84±,007  | 0,61±,006 f | 0,54±,002 b |
|                       |             | Kloroform      | 1,08±,1 d         | 0,89±,004 f   | 0,88±,01   | 0,68±,004 c | 0,47±,003 c |
|                       |             | Etilasetat     | 1,00±,01 e        | 0,98±,004 b   | 0,82±,003  | 0,64±,004 e | 0,48±,002 c |
|                       |             | Bütanol        | 1,21±,004 bc      | 0,93±,004 d   | 0,81±,004  | 0,72±,008 b | 0,67±,004 a |
| <i>A. akaka</i>       | Gövde       | Hekzan         | 1,14±,004 d       | 0,91±,002 d   | 0,53±,003  | 0,31±,005 h | 0,18±,004 g |
|                       |             | Diklorometan   | 1,24± ,01 b       | 0,92±,004 d   | 0,87±,005  | 0,43±,004 g | 0,30±,005 f |
|                       |             | Kloroform      | 1,26±,009b        | 1,06±,057 a   | 0,81±,004  | 0,47±,007 f | 0,32±,004 e |
|                       |             | Etilasetat     | 1,07±,004 e       | 0,96±,003 bc  | 0,86±,006  | 0,67±,002 a | 0,38±,004 d |
|                       |             | Bütanol        | 1,18±,003 c       | 0,88±,004 d   | 0,77±,003  | 0,60±,004 b | 0,47±,003 a |
|                       | Soğan       | Hekzan         | 1,24±,004 b       | 0,97±,005 bc  | 0,87±,004  | 0,53±,006 d | 0,47±,005 a |
|                       |             | Diklorometan   | 1,33±,002 a       | 0,94±,004 c   | 0,79±,003  | 0,57±,004 c | 0,45±,007 b |
|                       |             | Kloroform      | 1,32±,01 a        | 0,98±,005 b   | 0,77±,003  | 0,56±,004 c | 0,43±,004 c |
|                       |             | Etilasetat     | 1,07±,06 e        | 0,89±,011 d   | 0,83±,003  | 0,52±,003 e | 0,45±,004 b |
|                       |             | Bütanol        | 1,05±,002 e       | 0,92±,005 d   | 0,77±,005  | 0,51±,002 e | 0,32±,003 e |
| <i>A. rotundum</i>    | Gövde       | Hekzan         | 0,98±,003 f       | 0,69±,003 c   | 0,50±,006  | 0,31±,005 g | 0,12±,021 f |
|                       |             | Diklorometan   | 1,32±,003 a       | 0,99±,004 a   | 0,80±,005  | 0,56±,004 c | 0,41±,005 c |
|                       |             | Kloroform      | 1,30±,007 a       | 0,91±,005 abc | 0,71±,004  | 0,57±,005 c | 0,40±,006 c |
|                       |             | Etilasetat     | 1,07±,006 e       | 0,95±,005 a   | 0,83±,01   | 0,66±,004 a | 0,33±,003 e |
|                       |             | Bütanol        | 1,21±,05 bc       | 0,88±,006 abc | 0,77±,004  | 0,52±,005 e | 0,43±,003 b |
|                       | Soğan       | Hekzan         | 1,23±,003 b       | 0,90±,006 abc | 0,77±,006  | 0,52±,004 e | 0,37±,004 d |
|                       |             | Diklorometan   | 1,12±,004 d       | 0,65±,16 c    | 0,76±,003  | 0,55±,005 d | 0,46±,006 a |
|                       |             | Kloroform      | 1,18±,003 c       | 0,95±,003 a   | 0,81±,004  | 0,61±,010 b | 0,46±,009 a |
|                       |             | Etilasetat     | 1,29±,003 a       | 0,92±,002 abc | 0,72±,004  | 0,49±,014 f | 0,46±,006 a |
|                       |             | Bütanol        | 1,05±,009 e       | 0,87±,010 abc | 0,78±,0015 | 0,51±,003 e | 0,41±,004 c |
|                       |             | <b>Kontrol</b> | <b>1,424±0.02</b> |               |            |             |             |

Tablo 34'te, çalışmamızda kullanılan beş farklı çözücü türü (Hex, DCM, CHL, EA ve Büt) altında elde edilen özütlerin *S. viridis* fidelerinin bitki uzunluğu üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, Hex ve DCM çözücülerinin genellikle diğerlerine göre daha güçlü bir inhibisyon sağladığını göstermektedir. Özellikle *A. eriophyllum* ve *A. rotundum* türlerinden elde edilen Hex özütlerinin, düşük dozlarda bile (örneğin, 1 ppm), fidelerin büyümesini belirgin şekilde azalttığı gözlenmiştir. Bu durum, Hex özütünün özellikle biyoherbisidal potansiyele sahip olabileceğini işaret etmektedir.

Farklı dozajların *S. viridis* fidelerinin bitki uzunluğu üzerindeki etkileri üzerine yapılan analiz, dozajın önemini de vurgulamaktadır. Özellikle düşük dozajlarda (1 ve 5 ppm), özütlerin genellikle daha az inhibisyon sağladığı, ancak yüksek dozajlarda (25 ve 50 ppm), özütlerin fideler üzerinde daha belirgin etkiler gösterdiği gözlenmiştir. Bu bulgular, biyoherbisidal etkinin doza bağlı olarak artabileceğini de vurgulamaktadır.

İlave olarak, *A. rotundum* türünden elde edilen özütlerin etkisi dikkate değer olmakla birlikte, *A. eriophyllum* ve *A. akaka* türlerinden elde edilen özütler genellikle daha yüksek etkinlik göstermiştir. Tablo 34'teki veriler, bu yabancı *Allium* türlerinden elde edilen bitki özütlerinin çözücü türüne ve dozajına bağlı olarak *S. viridis* fidelerinin büyümesini inhibe etmede önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle düşük dozajlarda bile belirgin etki gösteren özütlerin biyoherbisidal ajanlar olarak kullanımının değerlendirilmesi önemlidir.

Sonuç olarak çalışmamızın bu bölümünde, farklı *Allium* türlerinden elde edilen özütlerinin *S. viridis* fideleri üzerindeki etkilerini çimlenme, kuru ağırlık ve bitki uzunluğu parametreleri üzerinden değerlendirmiştir. Elde edilen bulgular, özellikle *A. rotundum*, *A. eriophyllum* ve *A. akaka* türlerinin Hex, Büt ve DCM çözücülerıyla elde edilen özütlerinin fidelerin çimlenme oranı belirgin şekilde düşürdüğünü ve büyüme üzerinde inhibitör etkiler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu etkiler, özellikle yüksek konsantrasyonlarda (50 ppm) önemliyken, düşük dozlarda (1 ve 5 ppm) daha az belirgindi. Ayrıca, özütlerin *S. viridis* fidelerinin kuru ağırlığını azalttığı ve bitki uzunluğunu inhibe ettiği de gözlemlenmiştir. Bu bulgular, *Allium* türlerinden elde edilen bitki özütlerinin biyoherbisidal potansiyeline işaret etmekte olup, tarımsal zararlılarla mücadelede alternatif bir yaklaşım sunabileceklerini öne sürmektedir. Ayrıca, çözücü türü ve dozajının özütlerin etkinliğinde önemli bir rol oynadığı ve bu parametrelerin dikkate alınması gerektiği de öne çıkmaktadır.

**Tablo 34.** *Allium* türleri özütlerinin *Setaria viridis* fidelerinde bitki uzunluğu (cm) üzerine etkisi. Aynı harfler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir (p<0,05).

| Bitki                 | Bitki kısmı | Özüt         | 1 ppm       | 5 ppm          | 10 ppm        | 25 ppm         | 50 ppm      |
|-----------------------|-------------|--------------|-------------|----------------|---------------|----------------|-------------|
| <i>A. eriophyllum</i> | Gövde       | Hekzan       | 20,33±,9 a  | 17,07±,32 e    | 16,37±,003 a  | 13,20±,007 a   | 9,70±,4 ab  |
|                       |             | Diklorometan | 21,30±,3 a  | 20,93±,47 a    | 15,20±,11 d   | 12,23±,004 c   | 9,30±,5 ab  |
|                       |             | Kloroform    | 21,47±,2 a  | 12,20±1,32 f   | 7,87±,006 c   | 3,50±,004 d    | 1,50±,2 d   |
|                       |             | Etilasetat   | 20,83±,2 ab | 20,80±,45 a    | 14,00±,002 c  | 14,53±,003 abc | 8,10±1,3 bc |
|                       |             | Bütanol      | 20,73±,3 ab | 20,13±1,04 a   | 17,73±,003 d  | 13,10±,002 abc | 8,70±,5 bc  |
|                       | Soğan       | Hekzan       | 19,77±,3 c  | 18,77±,61 cd   | 16,77±,009 c  | 14,77±,004 ab  | 10,63±1,2 a |
|                       |             | Diklorometan | 20,43±,2 b  | 18,93±1,04 bcd | 16,70±,006 c  | 12,80±,006 bc  | 7,90±1,2 c  |
|                       |             | Kloroform    | 20,77±,4 ab | 18,30±,45 de   | 17,40±,01 bc  | 12,30±,004 c   | 8,43±,05 bc |
|                       |             | Etilasetat   | 20,27±,2 c  | 19,70±,40 bc   | 17,10±,003 a  | 13,63±,004 abc | 8,77±1,1 bc |
|                       |             | Bütanol      | 21,53±,3 a  | 18,30±,36 de   | 16,67±,004 a  | 15,23±,008 a   | 8,40±,1 bc  |
| <i>A. akaka</i>       | Gövde       | Hekzan       | 21,53±,2 a  | 19,47±,15 a    | 17,67±,002 c  | 12,77±,005 a   | 6,73±,4 d   |
|                       |             | Diklorometan | 18,47±,2 e  | 12,20±1,2 c    | 9,20±,004 a   | 10,00±,004 c   | 2,43±,1 f   |
|                       |             | Kloroform    | 19,40±,4 cd | 19,10±,52 a    | 15,37±,004 a  | 11,23±,007 b   | 8,97±,9 ab  |
|                       |             | Etilasetat   | 19,13±,2 cd | 18,57±,3 a     | 16,63±,006 a  | 14,43±,002 a   | 7,77±,3 bc  |
|                       |             | Bütanol      | 19,30±,4 cd | 19,37±,2 a     | 16,40±,002 a  | 14,23±,004 a   | 9,13±1,8 ab |
|                       | Soğan       | Hekzan       | 20,37±,2 b  | 18,97±,35 a    | 15,87±,003 ab | 13,57±,006 a   | 8,67±,4 abc |
|                       |             | Diklorometan | 20,40±,3 b  | 14,60±3,46 bc  | 12,20±,003 a  | 8,37±,005 d    | 5,77±1 e    |
|                       |             | Kloroform    | 18,87±,3 de | 15,53±3,62 b   | 16,17±,003 a  | 14,80±,004 a   | 9,43±,6 a   |
|                       |             | Etilasetat   | 19,47±,2 c  | 18,90±,34 a    | 17,43±,003 b  | 14,80±,003 a   | 9,17±,6 ab  |
|                       |             | Bütanol      | 20,27±,1 b  | 19,37±,80 a    | 15,47±,004 a  | 11,13±,002 b   | 7,40±,1 c   |
| <i>A. rotundum</i>    | Gövde       | Hekzan       | 21,60±,2 a  | 18,67±,92 b    | 14,57±,006 d  | 11,83±,005 b   | 10,17±,4 a  |
|                       |             | Diklorometan | 21,30±,2 a  | 18,03±1,02 bc  | 11,40±,005 c  | 9,40±,004 c    | 4,03±,2 c   |
|                       |             | Kloroform    | 18,40±,3 d  | 17,17±,35 dc   | 17,43±,004 bc | 15,17±,005 a   | 8,83±1,8 b  |
|                       |             | Etilasetat   | 20,40±,3 bc | 16,43±,15 c    | 16,07±,01 bc  | 14,50±,004 a   | 8,43±,2 b   |
|                       |             | Bütanol      | 21,17±,2 ab | 18,87±,30 b    | 17,30±,004 cd | 13,57±,005 ab  | 9,53±,4 ab  |
|                       | Soğan       | Hekzan       | 18,63±,2 d  | 18,40±,36 b    | 16,47±,006 d  | 14,70±,004 a   | 8,93±,2 ab  |
|                       |             | Diklorometan | 20,33±,2 c  | 14,07±,77 d    | 13,47±,002 a  | 13,47±,005 ab  | 10,20±,7 a  |
|                       |             | Kloroform    | 18,80±1,1 d | 18,03±,37 bc   | 15,83±,004 a  | 13,87±,01 ab   | 9,37±,2 ab  |
|                       |             | Etilasetat   | 21,30±,5 a  | 18,93±,35 b    | 17,13±,004 bc | 13,63±,01 a    | 8,30±,1 b   |
|                       |             | Bütanol      | 20,30±,3 c  | 20,17±,5 a     | 17,80±,001 ab | 13,97±,003 a   | 8,53±,2 b   |
| Kontrol               |             | 21,2±1,1     |             |                |               |                |             |

Bu çalışmanın amaçlarından biri, yabancı otlar üzerinde engelleyici etki yapan, ancak kültür bitkileri üzerinde olumsuz etki yapmayan özütleri ve bu özütlerin dozlarını belirlemektir. Çalışılan özütlerin; 1, 5, 10, 25 ve 50 ppm'lik dozları buğday, mısır ve fasulye tohumlarının çimlenmesi üzerinde kontrol bitkilerine göre çimlenme üzerinde olumlu/olumsuz ( $P<0.05$ ) etkiler yapmadığını belirledik. Bu yüzden bu bitkilere ait çimlenme yüzdeleri tablosu burada sunulmamıştır. Bu aşamada, özütlerin çalışılan dozları arasında en yüksek olan 50 ppm'lik konsantrasyonun, buğday, mısır ve fasulye tohumlarının kuru ağırlıkları ve bitki uzunlukları üzerine etkilerini gösteren veriler sunulmuştur (Tablo 35). Diğer taraftan çalışılan bitki özütleri arasında yabancı ot *S. viridis* çimlenme ve fide büyümesi üzerinde en yüksek inhibisyona neden olan *A. eriophyllum*, Gövde-Bütanolik özütü; *A. rotundum*, Gövde-Hekzan özütü ve *A. akaka*, Gövde-Hekzan özütleri olmuştur. Bu nedenle çalışılan kültür bitkileri üzerinde, özütler arasında sadece bu üç özütün etkileri çalışılmıştır (Tablo 35).

Tablo 35, yukarıda ifade edilen 3 bitki özütünün (50 ppm) çimlenen buğday, mısır ve fasulye bitkilerin kök-gövde uzunluğu üzerine etkilerini, *S. viridis* ile karşılaştırmalı olarak göstermektedir. Tablo incelendiğinde, *S. viridis* üzerinde çok yüksek olumsuz etkileri olan özütlerin kültür bitkilerinde anlamlı ( $P<0.05$ ) bir etki yapmadığı görülmektedir. Örneğin, *S. viridis*'in kök uzunluğu üzerinde anlamlı ( $P<0.5$ ) bir verinin olmaması (ND), bu özütlerin bu bitki üzerinde çok güçlü olumsuz etkilerinin olduğunu göstermektedir. Ancak, fasulye, mısır ve buğday gibi kültür bitkilerinde ise kök uzunluğunda anlamlı ( $P<0.05$ ) bir artış veya azalma görülmemektedir. Gövde uzunluğu açısından, *S. viridis* üzerinde belirlenebilir bir etkinin olmaması yine bu bitki için özütlerin güçlü olumsuz etkilerini göstermektedir. Kültür bitkilerinde ise gövde uzunluğunda belirgin bir etki gözlenmemektedir. Özütlerin kök-gövde uzunluğuyla bağlantılı olarak *S. viridis*'in kuru ağırlığı üzerinde de ölçülebilir düzeyde bir veri bulunmamaktadır. Kontrol grubuna kıyasla, kültür bitkilerinde özütlerin kuru ağırlık üzerine anlamlı bir etkisi belirlenmemiştir. Bu durum, özütlerin kültür bitkileri için belirgin bir zarar veya fayda sağlamadığını göstermektedir.

Yukarıda sunulan veriler ışığında, *A. eriophyllum*, *A. rotundum* ve *A. akaka* bitkilerinden elde edilen özütlerin *S. viridis* üzerinde olumsuz etkileri olduğu, ancak kültür bitkileri (fasulye, mısır, buğday) üzerinde anlamlı bir etki yapmadığı görülmektedir. Bu bulgular, tarımsal uygulamalarda bu özütlerin kullanımı sırasında *S. viridis* gibi zararlı otlar üzerinde etkili olabileceğini, ancak kültür bitkileri için güvenli olabileceğini desteklemektedir. Literatürde, bitkisel özütlerin allelopatik etkilerinin yabancı otlar üzerinde güçlü baskılayıcı etkiler yapabildiği bildirilmiştir. Örneğin, Bashar vd. (2023) tarafından yapılan çalışmalar, *Parthenium hysterophorus* bitkisinin özütlerinin yabancı otların çimlenme ve büyümesi

üzerinde baskılayıcı etkiler gösterdiğini belirtmiştir. Bu bulgular, çalışmamızda gözlemlenen *S. viridis* üzerindeki olumsuz etkileri desteklemektedir. Çalışmamızda, fasulye, mısır ve buğday gibi kültür bitkilerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine özütlerin anlamlı bir etkisinin olmadığını gözlemledik. Bu durum, bu bitki özütlerinin kültür bitkileri üzerinde belirgin bir zarar veya fayda sağlamadığını göstermektedir. Joshi vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada, *Euphorbia* türlerinden elde edilen özütlerin buğday bitkisi ve ilave olarak Mutlu ve Atıcı (2009) *Nepeta meyeri*'nin bazı kültür bitkileri üzerindeki etkilerinin minimal olduğu, ancak yabancı otlarda inhibe edici etkiler gösterdiği rapor edilmiştir (Mutlu *et al.* 2010). Bu durum, çalışmamızda gözlemlenen kültür bitkilerinin kök ve gövde uzunluğu ile kuru ağırlık üzerine anlamlı bir etkisinin olmamasını açıklamaktadır.

**Tablo 35.** Özütlerin (50 ppm), çimlenen bitki tohumlarında kök ve gövde uzunluğu ile kuru ağırlık üzerine etkisi. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ).  $\pm$  standart hatayı gösterir.

| Bitki ve özüt                         | Fasulye              | Mısır               | Buğday              | <i>Setaria viridis</i> |
|---------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|------------------------|
| <b>Kök uzunluğu (cm/bitki)</b>        |                      |                     |                     |                        |
| <i>A. eriophyllum</i> (Gövde-Bütanol) | 2,5 $\pm$ 0,15 c     | 3,9 $\pm$ 0,1 c     | 10,4 $\pm$ 0,11 a   | ND                     |
| <i>A. rotundum</i> (Gövde-Hekzan)     | 3,4 $\pm$ 0,15 b     | 3,2 $\pm$ 0,1 d     | 7 $\pm$ 0,15 c      | ND                     |
| <i>A. akaka</i> (Gövde-Hekzan)        | 3,9 $\pm$ 0,10 a     | 4,3 $\pm$ 0,2 b     | 8,7 $\pm$ 0,15 b    | ND                     |
| Kontrol                               | 2,0 $\pm$ 0,10 d     | 6,3 $\pm$ 0,2 a     | 3,3 $\pm$ 0,15 d    | 1,24 $\pm$ 0,15        |
| <b>Gövde uzunluğu (cm/bitki)</b>      |                      |                     |                     |                        |
| <i>A. eriophyllum</i> (Gövde-Bütanol) | 1,8 $\pm$ 0,2 a      | 2,4 $\pm$ 0,1 d     | 6,8 $\pm$ 0,2 a     | ND                     |
| <i>A. rotundum</i> (Gövde-Hekzan)     | 1,7 $\pm$ 0,1 a      | 3,6 $\pm$ 0,1 b     | 5,8 $\pm$ 0,15 b    | ND                     |
| <i>A. akaka</i> (Gövde-Hekzan)        | 1,8 $\pm$ 0,05 a     | 3,1 $\pm$ 0,2 c     | 5,7 $\pm$ 0,1 b     | ND                     |
| Kontrol                               | 1,9 $\pm$ 0,15 a     | 3,9 $\pm$ 0,15 a    | 4,2 $\pm$ 0,2 c     | 0,53 $\pm$ 0,1         |
| <b>Kuru ağırlık (mg/bitki)</b>        |                      |                     |                     |                        |
| <i>A. eriophyllum</i> (Gövde-Bütanol) | 15,3 $\pm$ 0,00032 b | 21,3 $\pm$ 0,0001 b | 15,8 $\pm$ 0,0026 a | ND                     |
| <i>A. rotundum</i> (Gövde-Hekzan)     | 17,3 $\pm$ 0,00023 a | 22,0 $\pm$ 0,0002 b | 10,0 $\pm$ 0,001 b  | ND                     |
| <i>A. akaka</i> (Gövde-Hekzan)        | 14,6 $\pm$ 0,00038 c | 18,6 $\pm$ 0,0002 c | 11,2 $\pm$ 0,0002 b | ND                     |
| Kontrol                               | 13,0 $\pm$ 0,00026 d | 33,3 $\pm$ 0,001 a  | 7,1 $\pm$ 0,00021 c | 7,1 $\pm$ 0,0001       |

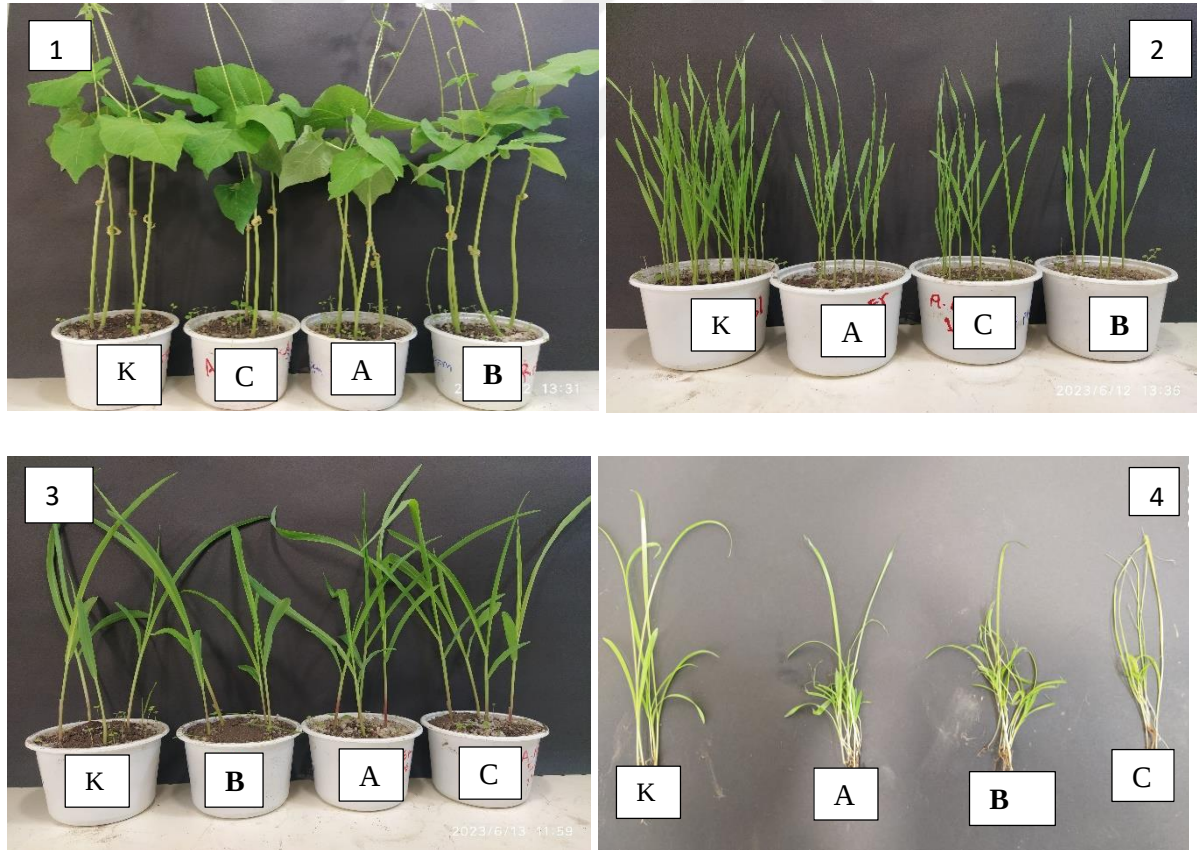
ND: Anlamlı oranda veri belirlenemedi.

## Saksı aşamasında yapılan deneylerden ele edilen bulgular

Çalışmamızın çimlenme ayağında, çalışılan üç *Allium* özütünün 50 ppm dozları *S. viridis* üzerinde çok güçlü bir inhibisyon yaparken; fasulye, mısır ve buğday üzerinde olumsuz etki yapmadığı ortaya konmuştur. Bu aşamada, yani saksı aşamasında, ise çalışılan bu özütlerin 50 ppm dozuna ilave olarak 500 ve 1000 ppm dozları da ilave edilerek çalışılmıştır.

Özüt uygulaması sonrası 5. gün çekilen bitki görüntüleri (Şekil 47) incelendiğinde, özellikle 1000 ppm özüt uygulamalarında, kültür bitkilerinde ile *Setaria viridis* bitkiler arasında belirgin bir fark gözlenmemiştir. *S. viridis* bitkisinde kontrol bitkisine göre belirgin bir büyüme azalması tespit edilmişti (Şekil 47).

Bu bulgular, özellikle 1000 ppm konsantrasyonunda uygulanan bitki özütünün saksı aşamasında gelişen kültür bitkileri üzerinde anlamlı bir etki göstermediği, ancak *S. viridis* bitkisinde belirgin bir büyüme inhibisyonu sağladığını göstermektedir. Bu durum, özütün *S. viridis* bitkisi üzerinde güçlü bir biyolojik etkiye sahip olabileceğini ve bu etkinin diğer bitki türlerinde gözlemlenen etkilerden farklı olabileceğini düşündürmektedir.



**Şekil 47.** Çalışılan özütlerin saksı aşamasında 1000 ppm konsantrasyonda uygulamaları. (1) Fasulye, (2) Buğday, (3) Mısır ve (4) *Setaria viridis*. K: kontrol, A: *A. eriophyllum* gövdesi Bütanol özütü, B: *A. rotundum* gövdesi Hekzan özütü ve C: *A. akaka* gövdesi Hekzan özütü.

### Hücre zarlarında elektrolit sızıntı (canlılık testi) bulguları

Denemeye tabi tutulan kültür bitkileri ve yabancı ot, uygulamadan 5 gün sonra hasat edilmiştir. Bu bitkiler üzerinde, yöntem kısmında belirtilen elektrolit sızıntı miktarını ölçen canlılık testi uygulanmıştır. Hesaplamalar, yöntem bölümünde verilen formüle göre yapılmış ve sonuçlar Tablo 36'ya yansıtılmıştır. Tabloda farklı *Allium* özütlerinin fasulye, mısır, buğday ve *Setaria viridis* bitkilerindeki elektriksel konduktivimetre (EC) ile hücre zarlarının iletkenlik değerleri üzerindeki etkisi gösterilmektedir. EC değeri (ds/m), membran hasarının bir göstergesidir ve daha yüksek EC değerleri daha fazla hasar anlamına gelir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, *Allium* özütlerinin bu bitkilerde etkileri aşağıda değerlendirilmiştir.

Fasulyede, tüm *Allium* özütleri kontrol grubuna göre EC değerlerini düşürerek membran hasarını azaltmıştır. En belirgin azalma, *A. eriophyllum* ve *A. akaka* özütlerinde 1000 ppm dozunda gözlemlenmiştir. Buğdayda, *A. eriophyllum* ve *A. rotundum* özütleri EC değerlerini düşürmüştür, en belirgin etki *A. rotundum*'un 1000 ppm dozunda görülmüştür. *A. akaka* özütü ise en düşük EC değerlerini 50 ppm dozunda sağlamıştır. Mısırdaki, *A. eriophyllum* özütü özellikle 1000 ppm dozunda en düşük EC değerlerini sağlamıştır, bu da en az membran hasarını göstermektedir. Diğer iki özüt de EC değerlerini düşürmüştür, ancak etkileri *A. eriophyllum* kadar belirgin olmamıştır. *Setaria viridis*'de, tüm özütler EC değerlerini azaltmıştır. En belirgin azalma, *A. rotundum*'un 1000 ppm dozunda gözlemlenmiştir (Tablo 36). Bu sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, farklı *Allium* özütlerinin saksı aşamasında gelişen bitkilerde çalışılan bitkiler arasında gene anlamda büyük bir fark olmaksızın membran hasarını azaltma potansiyelini ortaya koymaktadır. Özütlerin etkisi bitki türüne ve uygulanan doza bağlı olarak kısmen değişiklik göstermektedir. Hatırlanacağı üzere, çalışmanın çimlenme aşamasında bu üç özüt kültür bitkilerinin (fasulye, mısır ve buğday) çimlenme ve fide büyümesini olumsuz etkilememiş ve hatta kısmen iyileşme sağladığı görülmüş, ancak aynı özütler *S. viridis* zararlı otu üzerinde çok güçlü inhibisyona neden olmuştur (Tablo 32, 33, 34 ve 35). Buna karşılık aynı özütler saksı aşamasında gelişen bitkiler üzerinde benzer etkiyi sağlayamamış ve genelde zararlı ot dahil çalışılan tüm bitkilerde membran hasarı üzerinde kısmen olumlu etkiler sağlamıştır (Tablo 36).

Bu durum, bitkilerin çimlenen tohumların, fide aşamaları yani daha olgun büyüme aşamalarına göre çevresel streslere farklı tepkiler verebildiğine işaret eder (Macia *et al.* 2003; Javaid *et al.* 2022). Bir bitkinin çimlenme aşamasında bir strese duyarlı olabilirken, fide aşamasında toleranslı olabileceğini göstermesi açısından önemlidir. İlave olarak, bitkilerin metabolik aktiviteleri büyüme aşamalarına göre değişebilir (Taiz and Zeiger 2002). Çimlenme

aşamasında bitkilerin hızlı hücre bölünmesi ve büyümesi, özütlerin olumlu etkilerini artırabilir. Saksı aşamasında ise bitkiler, daha stabil bir metabolik duruma geçer ve özütlerin etkisi bu nedenle azalabilir. Zararlı ot, özellikle *S. viridis*, çimlenme aşamasında özütlere karşı daha hassas olabilir ve bu da güçlü inhibisyon etkisi ile sonuçlanabilir.

**Tablo 36.** Farklı *Allium* özütlerinde çimlenen fasulye, mısır, buğday ve *Setaria viridis* bitkilerine ait yapraklarda canlılık testi (ds/m) değerleri. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ).  $\pm$  standart hatayı gösterir.

| Bitki/ bitki özütü                               | (ppm) | Fasulye             | Buğday              | Mısır              | <i>S. viridis</i>  |
|--------------------------------------------------|-------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Kontrol</b>                                   | 0.0   | 307,3 $\pm$ 12,5 a  | 352,6 $\pm$ 10 a    | 322 $\pm$ 18,6 a   | 383 $\pm$ 8,1 a    |
|                                                  | 50    | 233,2 $\pm$ 6,9 c   | 292,2 $\pm$ 4,2 c   | 201 $\pm$ 0,7 cde  | 324 $\pm$ 9,5 b    |
| <b><i>A. eriophyllum</i><br/>(Gövde-Bütanol)</b> | 500   | 198,2 $\pm$ 4,4 de  | 270,6 $\pm$ 15,2 de | 189 $\pm$ 8,6 def  | 227,7 $\pm$ 8,9 d  |
|                                                  | 1000  | 183,6 $\pm$ 18,9 de | 261,4 $\pm$ 15,5 de | 167 $\pm$ 13,6 f   | 203,1 $\pm$ 7,5 e  |
|                                                  | 50    | 204 $\pm$ 12,4 b    | 330,2 $\pm$ 8,6 b   | 253,3 $\pm$ 20,4 b | 257 $\pm$ 10,2 c   |
| <b><i>A. rotundum</i><br/>(Gövde-Hekzan)</b>     | 500   | 201,1 $\pm$ 8,3 d   | 277,6 $\pm$ 15,6 cd | 215 $\pm$ 2,4 cd   | 214,9 $\pm$ 2,2 de |
|                                                  | 1000  | 263,2 $\pm$ 4,9 de  | 250,5 $\pm$ 7,5 e   | 210,6 $\pm$ 8,6 cd | 178,7 $\pm$ 17,8 f |
|                                                  | 50    | 255,5 $\pm$ 12,9 b  | 221 $\pm$ 7 de      | 259 $\pm$ 30 b     | 251,1 $\pm$ 8,1 c  |
| <b><i>A. akaka</i><br/>(Gövde-Hekzan)</b>        | 500   | 226,4 $\pm$ 7,8 c   | 254,7 $\pm$ 9,8 e   | 220,1 $\pm$ 7,2 c  | 230,4 $\pm$ 9,8 d  |
|                                                  | 1000  | 192,0 $\pm$ 10 de   | 263,1 $\pm$ 7,5 f   | 183,6 $\pm$ 5,2 ef | 204,0 $\pm$ 5 e    |

### Klorofil miktarına ait bulgular

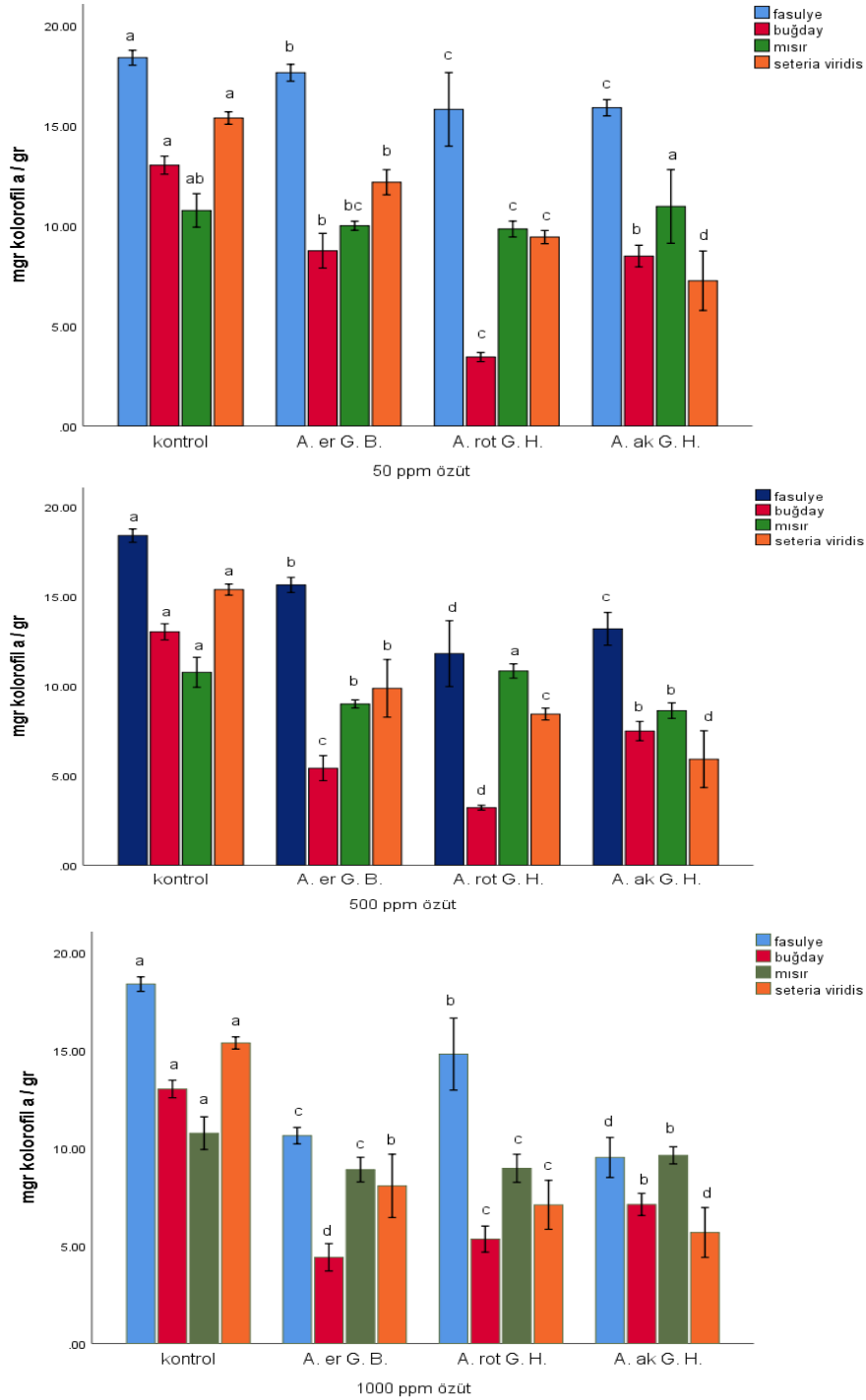
Özütlerin klorofil-a miktarı üzerindeki etkileri genel olarak değerlendirildiğinde, çalışılan üç özütün 50, 500 ve 1000 ppm konsantrasyonlarının tamamında dört bitki türünde klorofil-a miktarını kontrol grubuna kıyasla azalttığı gözlemlenmiştir (Şekil 48). Ancak, 50 ve 500 ppm dozları arasında anlamlı bir fark bulunmazken, 1000 ppm dozunda klorofil-a miktarında belirgin bir düşüş yaşandığı hemen hemen tüm bitkilerde tespit edilmiştir. Özütler arasında karşılaştırma yapıldığında, klorofil-a içeriğini en az etkileyen *A. eriophyllum* bütanol özütü olurken, en fazla inhibe edici etki *A. akaka* hekzan özütünde belirlenmiştir. Aynı özütlerin Klorofil b üzerinde de benzer etkiler sergilediği görülmekle birlikte klorofil b üzerinde düşürücü etkiler daha yüksek olmuştur (Şekil 49). İlave olarak klorofil b içeriğini düşürmede *A. eriophyllum* bütanol ve *A. akaka* hekzan en güçlü inhibisyona neden olmuşlardır. Toplam klorofil içeriği incelendiğinde (Şekil 50), klorofil a ve b içerikleriyle uyumlu olmanın yanında 1000 ppm özüt dozlarının toplam klorofili düşürmede daha güçlü olduğu görülebilmektedir.

İlave olarak özütlerin tüm dozlarda özellikle *A. eriophyllum* bütanol ve *A. rotundum* hekzan özütlerinde *S. viridis* yabancı otunun klorofil içeriğini, kültür bitkilerine kıyasla daha yüksek oranlarda düşürmüştür.

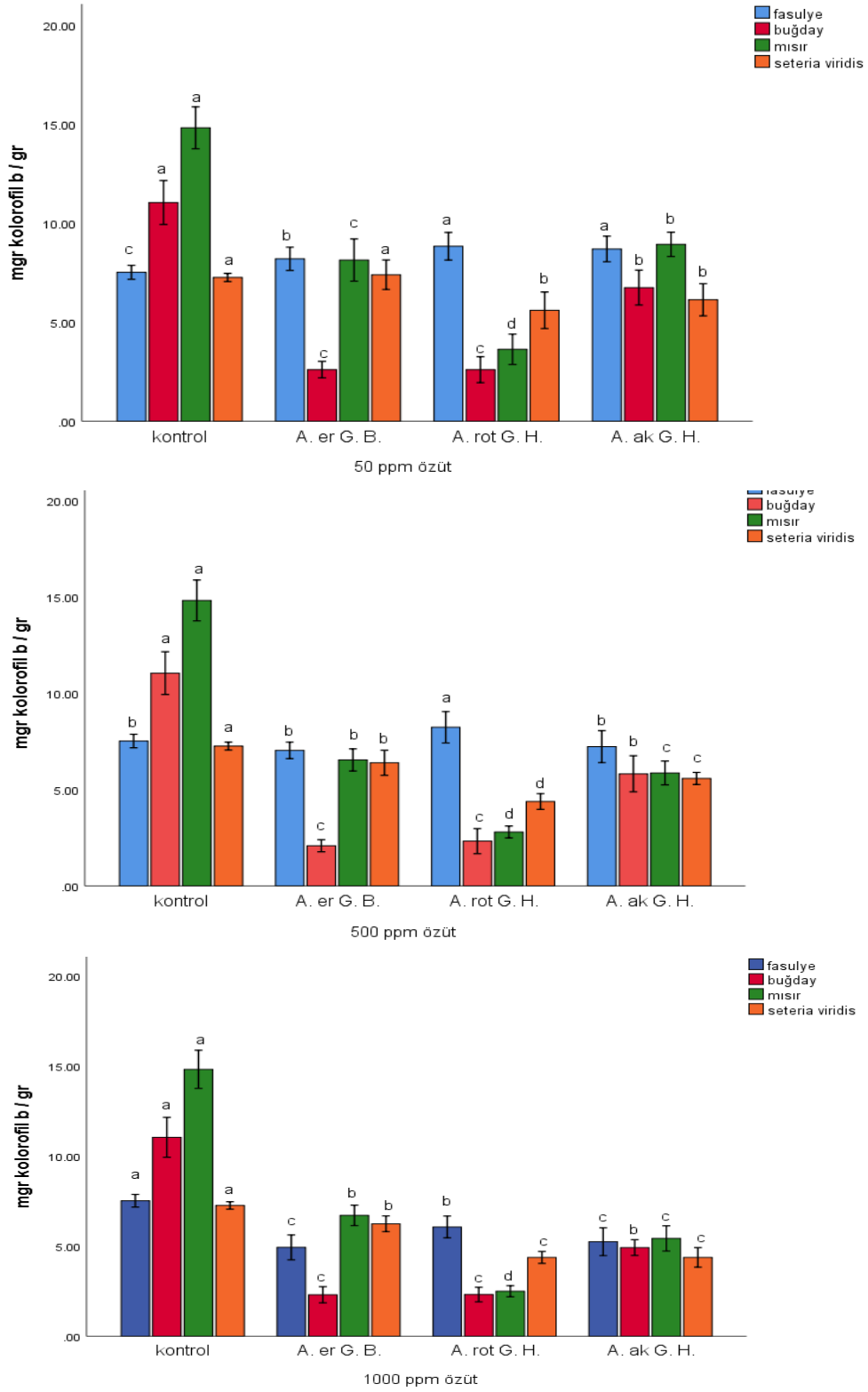
Çalışmanın sonuçlarına göre bulgularımız, literatürdeki mevcut bilgilere önemli katkılar sağlayabilecek birkaç önemli noktayı vurgulamaktadır. Bulgular, bitki özütlerinin farklı dozlarda ve bitki türlerinde klorofil içeriğini azaltıcı etkilerini ve bu etkilerin doz bağımlı olarak arttığını ortaya koymaktadır. Örneğin, çalışmamızda, üç farklı *Allium* türünden (*A. eriophyllum*, *A. rotundum*, *A. akaka*) elde edilen özütlerin farklı konsantrasyonlarının (50, 500 ve 1000 ppm) dört bitki türünde (fasulye, buğday, mısır ve *S. viridis*) klorofil-a miktarını kontrol grubuna kıyasla azalttığı gözlemlenmiştir. Literatürde, benzer şekilde *Allium* türlerinden elde edilen özütlerin klorofil içeriği üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Han vd. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, *Allium sativum* (sarımsak) özütünün farklı bitki türlerinde klorofil-a ve klorofil-b içeriklerini azalttığı bildirilmiştir. Bu çalışma, bizim bulgularımızla uyumlu olarak *Allium* türlerinin bitki klorofil içeriği üzerindeki inhibe edici etkilerini doğrulamaktadır.

Özellikle, 1000 ppm konsantrasyonunda klorofil-a miktarında belirgin bir düşüş yaşanmış ve bu bulgu, Jamil vd. (2021) tarafından yapılan çalışmayla paralellik göstermektedir. Chen vd., *Allium cepa* (soğan) özütünün yüksek konsantrasyonlarda bitki klorofil içeriğini düşürdüğünü rapor etmiştir. Bu sonuçlar, yüksek dozlarda *Allium* özütlerinin fitotoksik etkilerini ortaya koymakta ve bitki büyümesi ve gelişimi üzerindeki olumsuz etkilerini vurgulamaktadır. Çalışmamızda ayrıca, klorofil-b içerikleri üzerindeki etkiler de incelenmiş ve benzer şekilde, yüksek dozların (1000 ppm) klorofil-b içeriğini daha belirgin şekilde azalttığı görülmüştür. Bu bulgu, *Allium* özütlerinin klorofil-a ve klorofil-b üzerinde benzer fitotoksik etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Literatürde, Perelló vd. (2020) tarafından yapılan bir çalışma, benzer şekilde, *Allium* türlerinden elde edilen özütlerin klorofil-b içeriği üzerindeki inhibitör etkilerini bildirmiştir. Özütlerin toplam klorofil içeriği üzerindeki etkileri incelendiğinde, klorofil-a ve klorofil-b içerikleriyle uyumlu sonuçlar elde edilmiştir. Yüksek konsantrasyonlarda (1000 ppm) toplam klorofil içeriğinin belirgin şekilde azaldığı görülmüştür. Bu bulgu, Perelló vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada da benzer şekilde rapor edilmiştir.

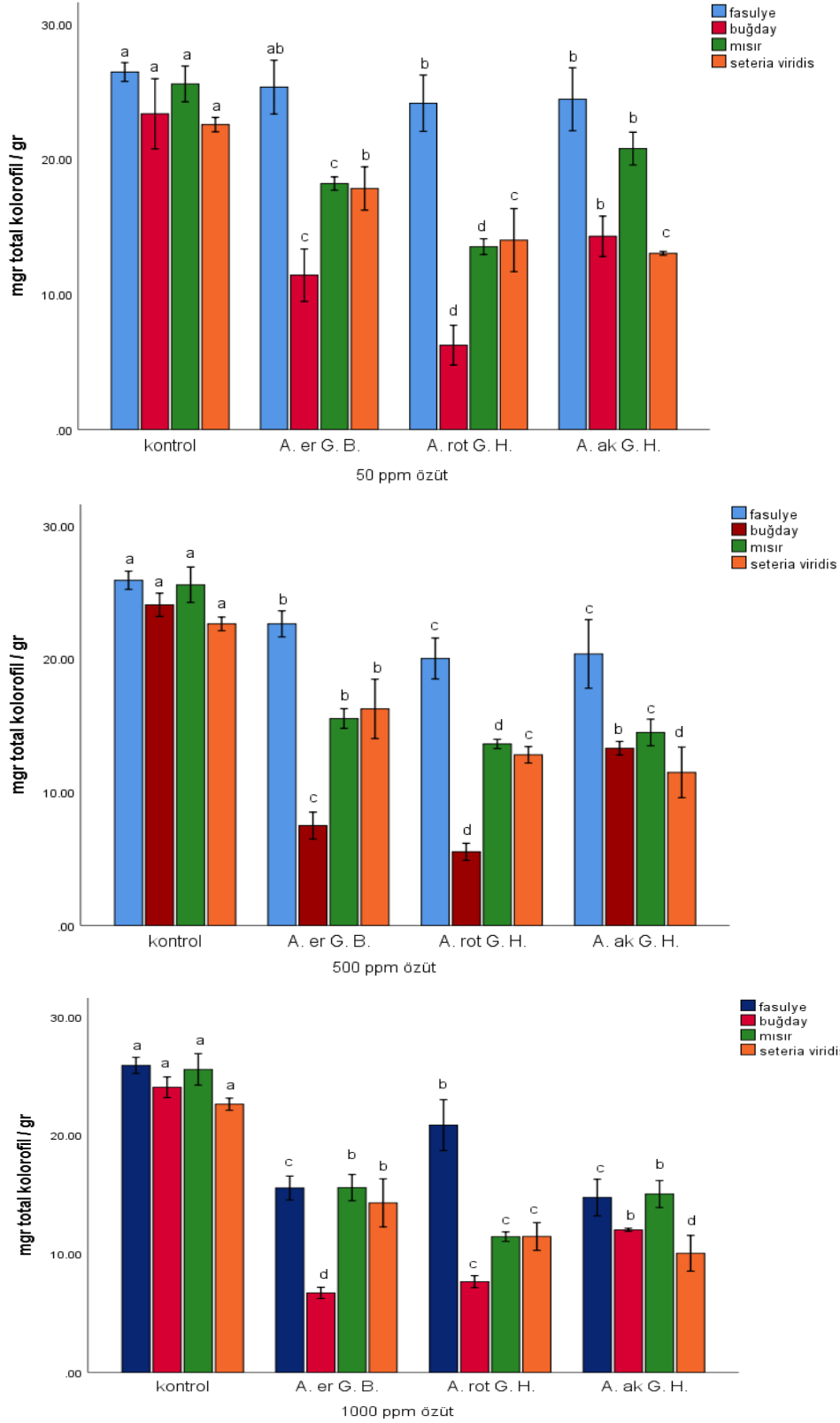
Sonuç olarak, bu çalışmada elde edilen bulgular, *Allium* türlerinden elde edilen özütlerin bitki klorofil içeriği üzerindeki inhibitör etkilerini ortaya koymakta ve literatürdeki benzer çalışmalarla uyumlu sonuçlar sunmaktadır. Bu bulgular, özellikle biyolojik herbisit geliştirme ve bitki büyüme düzenleyicileri alanında önemli uygulamalara işaret etmektedir.



**Şekil 48.** Çalışılan özütlerin 50, 500 ve 1000 ppm konsantrasyonda bitkilerde klorofil-a miktarı üzerine etkileri. A. er G.B: *A. eriophyllum* gövde bütanol özütü; A. rot G.H: *A. rotundum* gövde hekzan özütü ve A. ak G.H: *A. akaka* gövde hekzan özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.



**Şekil 49.** Çalışılan özütlerin 50, 500 ve 1000 ppm konsantrasyonda bitkilerde klorofil-b miktarı üzerine etkileri. A. er G.B: *A. eriophyllum* gövde bütanol özütü; A. rot G.H: *A. rotundum* gövde hekzan özütü ve A. ak G.H: *A. akaka* gövde hekzan özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.



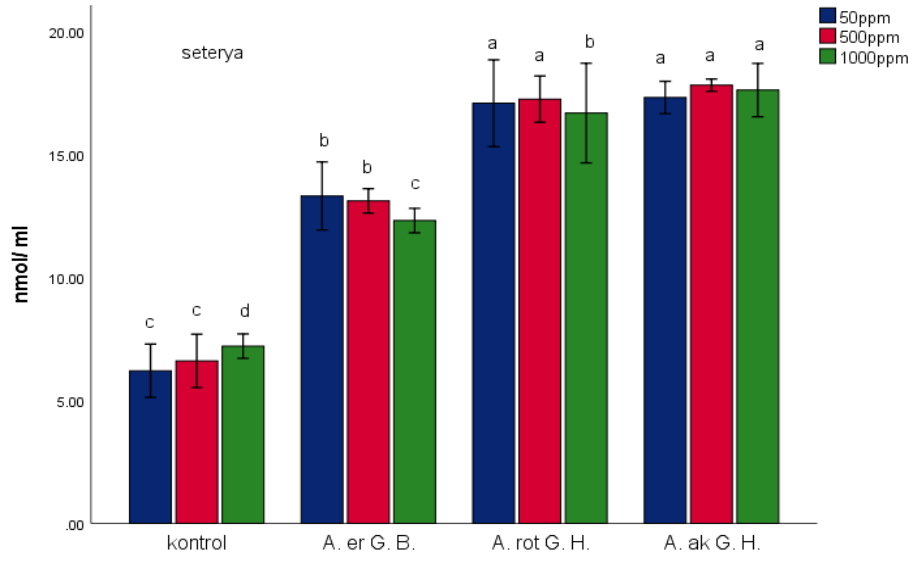
**Şekil 50.** Çalışılan özütlerin 50, 500 ve 1000 ppm konsantrasyonda bitkilerde toplam klorofil miktarı üzerine etkileri. A. er G.B: *A. eriophyllum* gövde bütanol özütü; A. rot G.H: *A. rotundum* gövde hekzan özütü ve A. ak G.H: *A. akaka* gövde hekzan özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

## Lipid peroksidasyonu seviyesi bulguları

Bitkide stres koşullarında lipid peroksidasyonu (LPO) seviyeleri, bitkinin stres yanıtını anlamak için önemli bir gösterge olarak kabul edilir. LPO, hücresel zararın ve lipid yapıların serbest radikallerin saldırısına maruz kalarak hasar görmesi sürecidir. LPO, stres faktörlerinin bitki hücrelerinde ne kadar ciddi hasara yol açtığını ve bitkinin stresle başa çıkma yeteneğini yansıtır. Yüksek LPO seviyeleri, hücresel zararın bütünlüğünde bozulmaya, hücresel fonksiyonların azalmasına ve hatta hücre ölümüne yol açabilir. Bu nedenle, LPO seviyelerinin ölçülmesi, bitkinin stres durumunu değerlendirmede önemli bir araç olarak kullanılır. Dolayısıyla, LPO seviyeleri, bitkilerin çevresel streslere karşı direnç düzeyini değerlendirmede ve bitki fizyolojisi üzerine stresin etkilerini anlamada önemli bir biyokimyasal gösterge olarak kullanılır. Thiobarbiturik asit reaktif maddeleri (TBARS) yöntemi, lipid peroksidasyonunun bir göstergesi olan malondialdehit (MDA) gibi aldehitlerin miktarını belirlemek için kullanılan bir spektrofotometrik yöntemdir. Bu yöntem, bitki dokularında veya diğer biyolojik örneklerde lipid peroksidasyonunun neden olduğu zararın belirlenmesinde yaygın olarak kullanılır (Hodges *et al.* 1999; Foyer and Noctor 2005; Gill and Tuteja 2010).

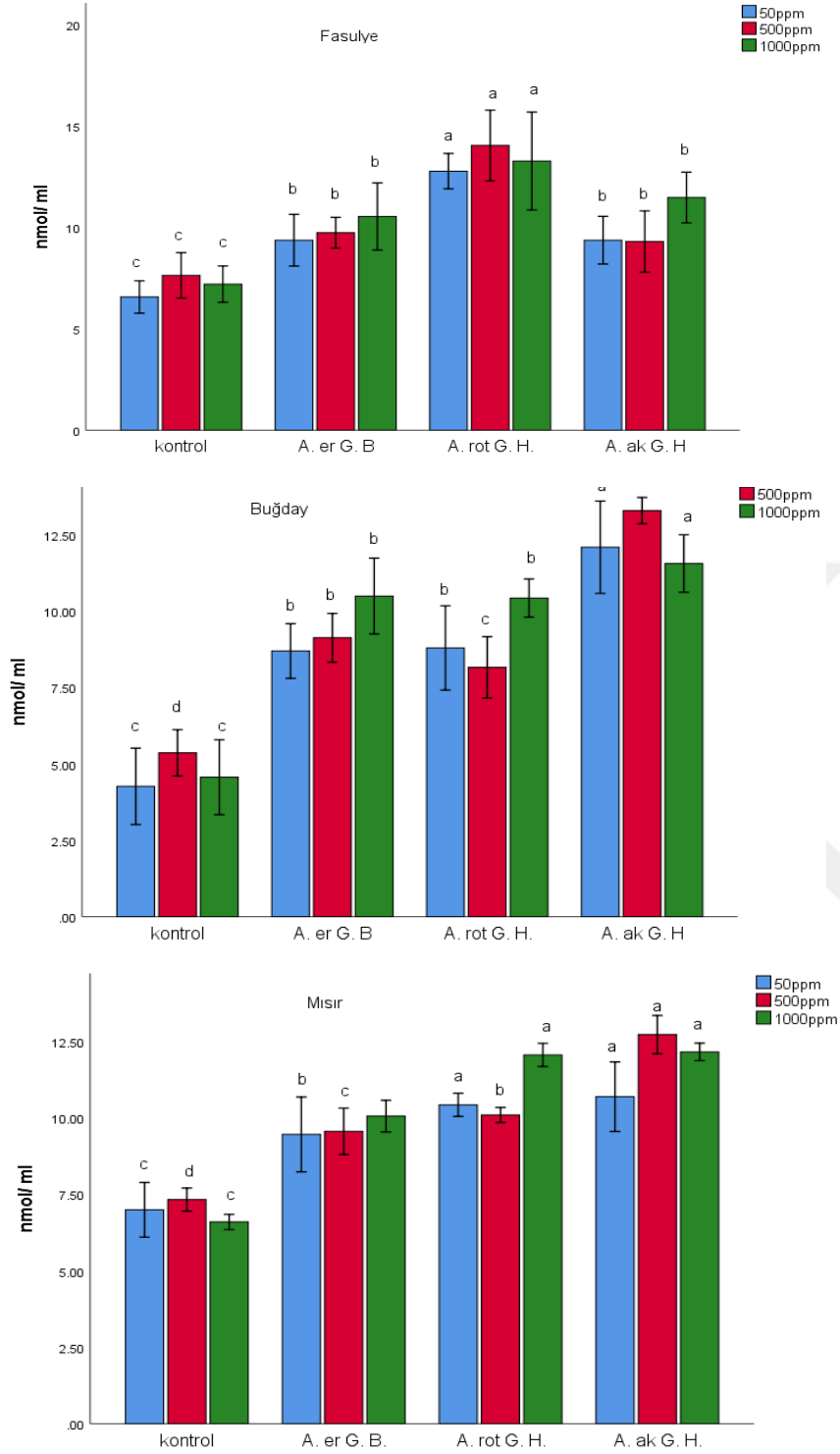
Şekil 51 ve 52, çalışılan özütlerin üç kültür bitkisinde ve *Setaria viridis* bitkisinde MDA içeriği üzerine etkilerini göstermektedir. Her üç bitkideki verileri incelediğinde, özütlerin doz artışına bağlı olarak genelde MDA içeriğini artırdığı görülmektedir. Bununla birlikte fasulyede MDA artışını en yüksek oranda artıran özüt, *A. rotundum* gövdesine ait hekzan özütü olmuştur. Ancak buğday ve mısırdaki *A. akaka* gövde hekzan özütü MDA içeriğini daha fazla artırmıştır. *A. eriophyllum* gövde bütanol özütü ise her üç bitkide kontrole göre MDA içeriğini artırmış olsa da diğer özütlere göre genelde düşük kalmıştır. Bu bulgular çalışılan özütlerin uygulanan dozları, bu üç bitkide MDA miktarını artırarak belirli bir stres oluşturdıklarına işaret etmektedir. Bu sonuca rağmen, aynı etki bu bitkilerin gelişmelerinde (kök-gövde uzunluğu ve kuru ağırlık) belirlenememiştir.

Aynı özütlerin zararlı ot *Seteria viridis* bitkisinde MDA içeriği değerlendirildiğinde (Şekil 51), özütlerin kültür bitkilerinde etkilerine benzer olarak bir etki sergilemekle birlikte özellikle doz artışına bağlı olarak MDA içeriğinde olan artışın daha belirgin olduğu görülmektedir. İlave olarak *S. viridis*'te *A. rotundum* ve *A. akaka* özütlerinin *A. eriophyllum*'a kıyasla MDA içeriğini daha fazla artırmış ve bu artışlar kontrolüne göre genelde %100'den fazla olmuştur (Şekil 51).



**Şekil 51.** Çalışılan özütlerin 50, 500 ve 100 ppm konsantrasyonda *S. viridis* bitkisinde MDA içeriği üzerine etkileri. A. er G.B: *A. eriophyllum* gövde bütanol özütü; A. rot G.H: *A. rotundum* gövde hekzan özütü ve A. ak G.H: *A. akaka* gövde hekzan özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

Genel olarak çalışılan bitki özütlerinin kültür bitkileri ve zararlı ot olan *S. viridis* bitkilerinin MDA içeriği üzerinde anlamlı ( $P < 0.05$ ) etkileri olduğu görülmektedir (Şekil 51 ve 52). Örneğin kontrolle kıyaslandığında çalışılan üç özüt; fasulye, mısır, buğday ve *S. viridis* MDA içeriğini önemli ( $P < 0.05$ ) seviyede artırmış ve artışlar düşükten yükseğe olarak sırasıyla *A. eriophyllum*, *A. rotundum* ve *A. akaka* özütlerinde olmuştur (Şekil 51 ve 52). İlave olarak bazı özütlerde doz artışına bağlı olarak MDA seviyelerinde genel bir artış olduğu belirlenmiş, ancak dozlar arasında anlamlı bir fark ( $P < 0.05$ ) belirlenememiştir. Sonuç olarak, fasulye, buğday ve mısırdaki *A. rotundum* ve *A. akaka* özütlerinin özellikle yüksek dozlarda MDA içeriğini artırdığı görülmüştür. *A. eriophyllum* özütünün ise diğerlerine kıyasla daha az etkili olduğu görülmüştür. Bu sonuç, bitki özütlerinin oksidatif stres indüklemeye potansiyelini ve bitkilerde lipid peroksidasyonunu artırma kapasitesini ortaya koymaktadır. Örneğin, bazı araştırmalarda, *Rumex* ve *Plantago* türleri özütlerinin lipid peroksidasyonunu inhibe ettiği, *Juniperus* ve *Allium* türlerinin özütlerinin ise daha düşük aktivite gösterdiği bulunmuştur (Mimica-Dukić *et al.* 2012). Ayrıca *Fallopia japonica* ve *Fallopia × bohemica* yapraklarının bitkilerde fitotoksik etkilere neden olduğu ve bu etkilerin arasında lipid peroksidasyonunu artırdığı gösterilmiştir (Šoln *et al.* 2022).



**Şekil 52.** Çalışılan özütlerin 50, 500 ve 100 ppm konsantrasyonda bitkilerde MDA içeriği üzerine etkileri. A. er G.B: *A. eriophyllum* gövde bütanol özütü; A. rot G.H: *A. rotundum* gövde hekzan özütü ve A. ak G.H: *A. akaka* gövde hekzan özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.

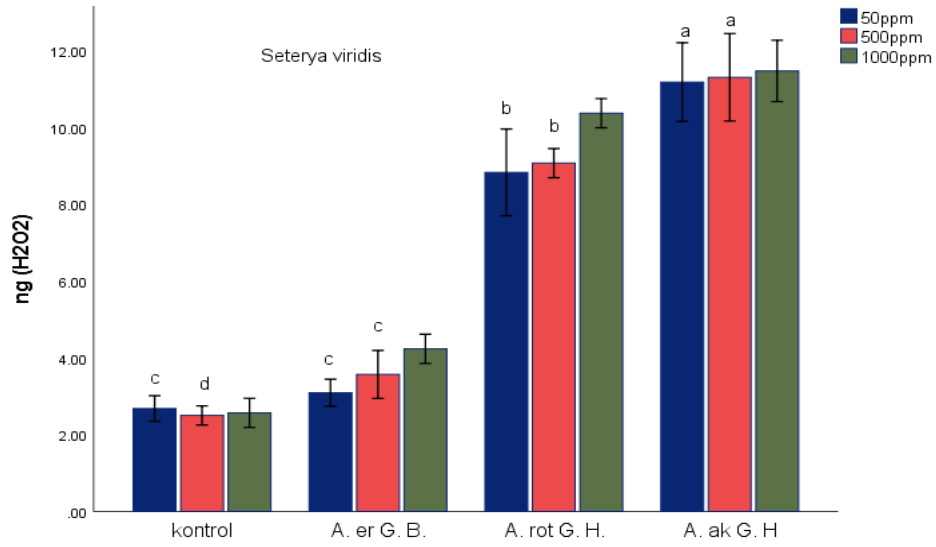
## Hidrojen peroksit miktarı bulguları

Hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) bitkilerde önemli bir stres göstergesi olarak bilinir ve bitkiler stres altına girdiğinde  $H_2O_2$  seviyeleri önemli ölçüde artar. Allelopatik maddeler de çevresel stres faktörleri gibi davranarak bitkilerde ROS artışına ve dolayısıyla  $H_2O_2$  birikimine neden olabilir. Bu durum, hücresel hasar ve programlanmış hücre ölümüne (senesens) yol açabilir.  $H_2O_2$ , hücresel sinyal iletiminde de önemli bir rol oynar ve bitkilerin stres yanıtlarını düzenler. Bitkilerde  $H_2O_2$  içeriğinin uygun seviyede artması, koruyucu antioksidan savunma mekanizmalarının harekete geçmesini sağlar ve böylece bitki, stresin zararlı etkilerini minimuma indirir.  $H_2O_2$ 'nin bitkilerde bu şekilde birikmesi, hücre içi sinyal yollarını aktive eder ve bitkinin savunma mekanizmalarını güçlendirir.  $H_2O_2$ , oksidatif stresin bir yan ürünü olarak hücresel metabolizmada ortaya çıkar ve bitki dokularında aşırı seviyede biriktiğinde, hücresel hasarın bir göstergesi olarak kullanılır. Bu bağlamda,  $H_2O_2$ 'nin ölçümü, bitkinin maruz kaldığı stresin şiddetini ve allelopatik maddelerin neden olduğu potansiyel zararın derecesini belirlemede kritik bir rol oynar (Macías *et al.* 2003; Foyer and Noctor 2005; Gill and Tuteja 2010; Petrov and Van Breusegem 2012).

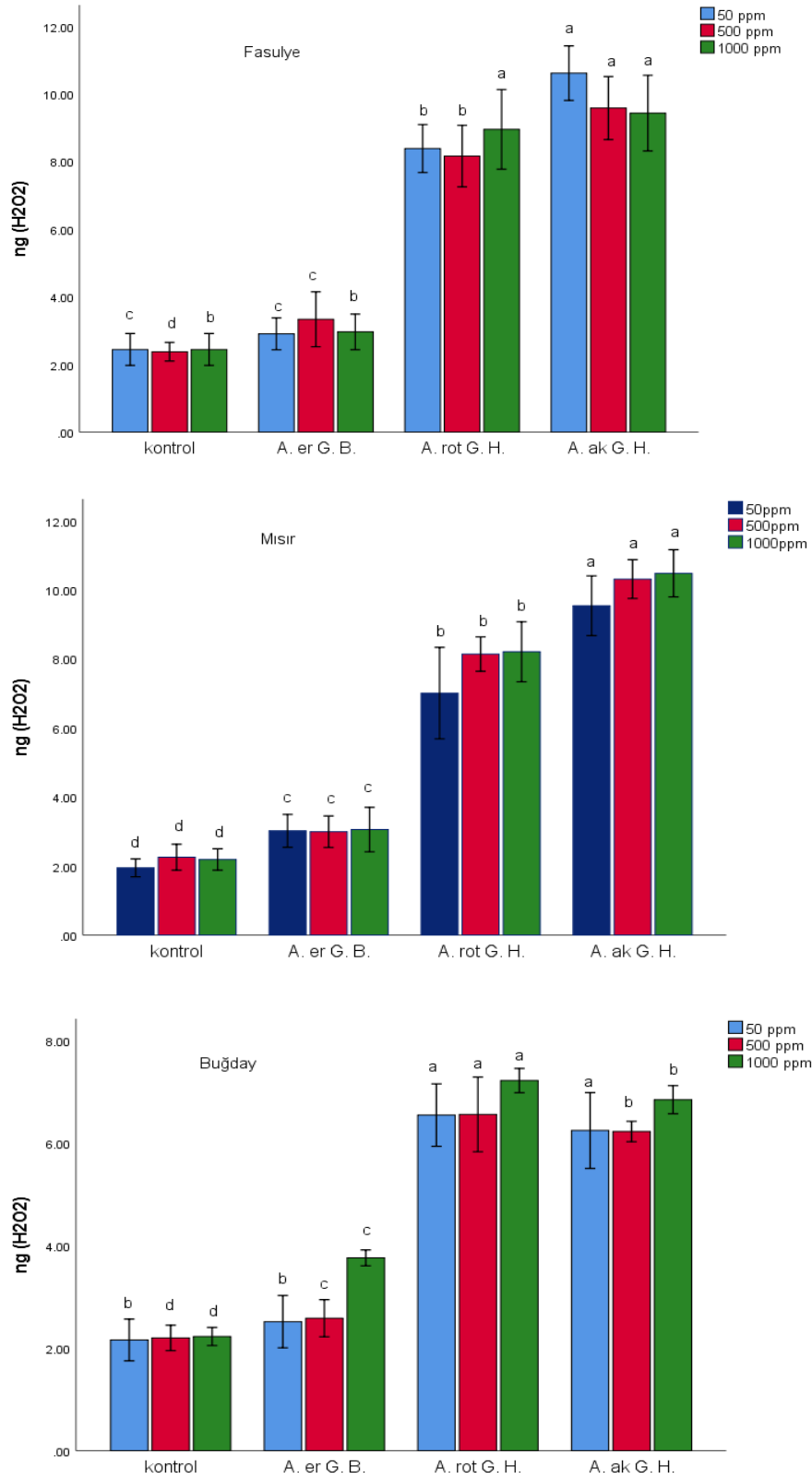
Genel olarak çalışılan bitki özütlerinin kültür bitkileri ve zararlı ot olan *S. viridis* bitkilerinin  $H_2O_2$  içeriği üzerinde anlamlı ( $P<0.05$ ) etkileri olduğu görülmektedir (Şekil 53 ve 54). Kontrolle kıyaslandığında çalışılan üç özüt; fasulye, mısır, buğday ve *S. viridis*  $H_2O_2$  içeriğini özellikle *A. rotundum* ve *A. akaka* özütlerinde önemli ( $P<0.05$ ) seviyede artırmış ve artışlar düşükten yükseğe olarak sırasıyla *A. eriophyllum*, *A. rotundum* *A. akaka* özütlerinde olmuştur (Şekil 53 ve 54). İlave olarak bazı özütlere doz artışına bağlı olarak  $H_2O_2$  seviyelerinde bir artış olduğu belirlense de bunlar istatistik ( $P<0.05$ ) anlamda önemsiz kalmıştır. Sonuç olarak, fasulye, buğday ve mısırdaki *A. rotundum* ve *A. akaka* özütlerinin özellikle yüksek dozlarda  $H_2O_2$  içeriğini önemli seviyelerde artırdığı görülmüştür. *A. eriophyllum* özütünün ise diğerlerine kıyasla etkisi genelde diğer iki özüte göre çok daha düşük olmuştur. Bir çalışmada yeşil sarımsak uçucu organik bileşikleri ve diyalil disülfürlerin salatalık fidelerinde  $H_2O_2$  birikimini artırdığı rapor edilmiştir. Buna dayanarak  $H_2O_2$ 'nin yeşil sarımsağın salatalık üzerindeki allelopatik etkisinde rol oynadığı ileri sürülmüştür (Yang *et al.* 2019). Başka bir çalışmada ise *Vigna radiata* fideleri üzerinde bir allelokimyasal olan 2-benzoksazolinon (BOA), fotosentetik pigmenti, bağıl suyu, antosiyanin içeriği ve antioksidan enzim aktivitesini kademeli olarak azaltmış, aksine elektrolit sızıntısında (EL), LPO ve  $H_2O_2$  içeriğinde artışa neden olmuştur (Niharika *et al.* 2021).

Sonuç olarak, *Allium* türlerinden elde edilen özütlerin, özellikle yüksek konsantrasyonlarda, hem kültür bitkilerinin hem de zararlı otların  $H_2O_2$  seviyelerini anlamlı

şekilde artırabileceği sonucuna varılabilir. Öte yandan, *A. eriophyllum* özütünün daha az etkili olması, bitki özütlerinin farklı türleri arasında biyolojik etkisinin ve bileşimlerin önemli farklılıklar gösterebileceğini göstermektedir. Bu bulgular ayrıca, bitki özütlerinin *S. viridis* gibi zararlı otlar üzerinde potansiyel biyolojik etkilerinin olduğuna da işaret etmektedir. Özellikle *A. rotundum* ve *A. akaka* özütlerinin bu tür uygulamalarda potansiyel biyolojik mücadele ajanları olarak değerlendirilmesi önerilebilir. Ancak, daha fazla araştırma, bu özütlerin etkin dozajlarını belirlemek ve uygulamalarının çevresel etkilerini değerlendirmek de gereklidir.



**Şekil 53.** Çalışılan özütlerin 50, 500 ve 100 ppm konsantrasyonda *Setaria viridis* bitkisinde H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeriği üzerine etkileri. A. er G.B: *A. eriophyllum* gövde bütanol özütü; A. rot G.H: *A. rotundum* gövde hekzan özütü ve A. ak G.H: *A. akaka* gövde hekzan özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ). Barlar standart sapmayı gösterir.



**Şekil 54.** Çalışılan özütlerin 50, 500 ve 100 ppm konsantrasyonda kültür bitkilerinde H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeriği üzerine etkileri. A. er G.B: *A. eriophyllum* gövde bütanol özütü; A. rot G.H: *A. rotundum* gövde hekzan özütü ve A. ak G.H: *A. akaka* gövde hekzan özütü. Aynı harflerle belirtilen veriler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir (p<0,05). Barlar standart sapmayı gösterir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma, İran’da doğal olarak yetişen *Allium eriophyllum*, *Allium akaka* ve *Allium rotundum* bitkilerinin çiçeksiz gövde ve soğan kısımlarından elde edilen ekstraktların sekonder metabolitlerini, allelopatik ve antioksidan etkilerini incelemiştir. Elde edilen bulgular genel olarak özetlenirse;

Ekstrakt verimleri bakımından, *Allium eriophyllum*, *Allium akaka* ve *Allium rotundum* bitkilerinden elde edilen ekstrakt verimleri, kullanılan çözücülere göre farklılık göstermiştir. *Allium eriophyllum* gövde ve soğan kısımlarından elde edilen ekstrakt verimlerinde, etilasetat ve hekzan çözücülerinin kullanımının verim artışına neden olduğu belirlenmiştir. Gövde kısmından elde edilen ekstraktların verimi daha yüksek bulunmuştur. *Allium akaka* bitkisinde de benzer şekilde, etilasetat, hekzan ve bütanol çözücülerini ile elde edilen ekstrakt verimlerinde belirgin farklılıklar gözlemlenmiştir. Soğan kısmının ekstrakt verimi, gövde kısmına göre daha düşük olmuştur. *Allium rotundum* bitkisinde ise, çeşitli çözücüler kullanılarak yapılan ekstraksiyonlarda, gövde ve soğan kısımlarından elde edilen ekstrakt verimleri arasında anlamlı farklar bulunmuştur. Hekzan çözücüsünün, ekstrakt verimini artırmada daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Antioksidan kapasiteleri bakımından değerlendirildiğinde, Ferrik Tiyosiyanat Yöntemi (FTC) ile ölçülen antioksidan aktivitelerde, *Allium eriophyllum* gövde kısmının etilasetat ekstraktı en yüksek antioksidan aktiviteyi göstermiştir. Aynı bitkinin soğan kısmının kloroform ekstraktı ise en düşük antioksidan aktiviteye sahip olmuştur. *Allium akaka* ve *Allium rotundum* bitkilerinin ekstraktlarında da benzer sonuçlar gözlemlenmiştir. Süperoksit ( $O_2^-$ ) radikali giderme aktivitesi (SAR) açısından ise, *Allium eriophyllum* soğan kısmının bütanol ve kloroform ekstraktları en yüksek SAR giderme aktivitesine sahip bulunmuş, gövde kısmının etilasetat ekstraktı ise en düşük aktiviteyi göstermiştir. *Allium akaka* ve *Allium rotundum* türlerinde de kloroform ve etil asetat ekstraktlarının yüksek SAR giderme aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir. DPPH<sup>•</sup> radikali giderme aktivitesi açısından ise, *Allium eriophyllum* gövde ve soğan kısımlarının etil asetat ekstraktları yüksek antioksidan aktivite göstermiştir. *Allium akaka* ve *Allium rotundum* bitkilerinin ekstraktlarında da etil asetat ekstraktlarının yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu görülmüştür.

Bitki ve özütler, allelopatik potansiyelleri açısından değerlendirildiğinde, *Setaria viridis* fidelerinin büyümesini inhibe eden *Allium eriophyllum* ekstraktları, gövde ekstraktlarının soğan ekstraktlarına göre daha güçlü allelopatik etki gösterdiğini ortaya

koymuştur. Etilasetat ve hekzan ekstraktları en yüksek inhibisyon oranlarına sahip olmuştur. *Allium akaka* ve *Allium rotundum* bitkilerinin ekstraktları da *Setaria viridis* büyümesini inhibe edici etkiler göstermiştir. Kloroform ve bütanol ekstraktları, bu türlerin allelopatik etkilerinde belirgin sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır.

### Öneriler

Çalışmamızda belirlenen *Allium* ekstraktlarının çalışılan kültür bitkileri üzerinde düşük fitotoksik allelopatik etkileri, buna karşılık yabancı zararlı ot *Setaria viridis* üzerinde özellikle çimlenme aşamasında güçlü fitotoksik etkilerinden dolayı, bu *Allium* türlerinin tarımda doğal herbisit olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu ekstraktlar, yabancı ot kontrolü ve bitki koruma stratejilerinde değerlendirilebilir. Ayrıca, çalışılan *Allium* ekstraktlarının düşük konsantrasyonlarda bitki büyümesini teşvik edici etkileri araştırılabilir. Bu durum, özellikle ekosistem sağlığı, biyoçeşitlilik ve sürdürülebilir tarım uygulamaları açısından önemlidir.

Çalışmamızda belirlenen yüksek antioksidan aktiviteye sahip *Allium* ekstraktları, farmasötik ürünlerde doğal antioksidan kaynakları olarak değerlendirilebilir. Bu ekstraktlar, oksidatif stresle ilişkili hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde potansiyel olarak kullanılabilir. Aynı zamanda, *Allium* türlerinden elde edilen ekstraktlar cilt bakım ürünlerinde antioksidan bileşenler olarak kullanılabilir. Bu tip ürünler, cilt yaşlanmasını geciktirme ve cilt sağlığını koruma potansiyeline sahiptir.

Gelecekteki çalışmalarda daha geniş bir çözücü yelpazesi kullanılarak farklı *Allium* türlerinin sekonder metabolitleri incelenebilir ve her bir çözücüdeki etkin bileşenler saf olarak elde edilebilir. Bu sayede, bitkilerin biyolojik aktiviteleri hakkında daha kapsamlı bilgi elde edilebilir. Ayrıca, yüksek antioksidan ve allelopatik aktivite gösteren bileşiklerin yapısal analizleri yapılmalıdır. Bu bileşiklerin biyolojik etkileri ve potansiyel uygulama alanları hakkında daha detaylı bilgiler sağlanmalıdır.

Bu çalışma, bitkisel kaynaklı biyoaktif bileşiklerin sağlık ve çevre üzerindeki potansiyel etkilerini anlamak için önemli bir temel de sağlamaktadır. Gelecekteki araştırmalar, bu bitkilerin daha geniş uygulama alanlarında kullanılabilirliğini ortaya koyabilir ve yeni biyoaktif bileşiklerin keşfedilmesine katkı sağlayabilir.

## KAYNAKLAR

- Abolfathi, E. Amirmozafari, N. and Ghaemi, E. 2022. Antimicrobial activity of ethanolic extracts of (*Tragopogon collinus* L. and *Allium eriophyllum* L.) on some selected environmental and pathogenic bacteria. *Biotechnological Journal of Environmental Microbiology*, 1(1), 45-51.
- Ali, M.N. Ndahi, J.A. Abdullahi, A. and Yelwa, J.M. 2021. Phytochemicals chemical composition and antioxidants profile of the crude extracts and essential oil of *Mitracarpus scaber* (Goga masu). *Journal of Research in Chemistry*, 27-31.
- Al-Shatti, A.H. Redha, A. Suleman, P. and Al-Hasan, R. 2014. The allelopathic potential of *Conocarpus lancifolius* (Engl.) leaves on dicot (*Vigna sinensis* L.), Monocot (*Zea mays* L.) and soil-borne pathogenic fungi. *American Journal of Plant Sciences*, 2014.
- Altameme, H.J.M. 2023. Phytochemical analysis of *Clivia Miniata* (Lindl.) Bosse. (Amaryllidaceae) by GC-MS technique in Iraq. *AIP Conference Proceedings*, 1, 2977
- Ananieva, E.A. Alexieva V.S. and Popova L.P. 2002. Treatment with salicylic acid decreases the effects of paraquat on photosynthesis. *Journal of Plant Physiology*, 159, 685-693.
- Andalib, S. and A. Yazdi Nejad (2017). Anti-inflammatory effect of *Allium akaka* extract on the inflammation induced by carrageenan in rats. *Research Journal of Pharmacognosy* 4 (Supplement), 22-22.
- Anees, S. Manzoor, I. Fatima, K. Hamid, R. and Ganie, S.A. 2023. GC-MS analysis and potential therapeutic efficacy of extracts from *Allium humile* Kunth in lowering dyslipidemia in wistar rat models. *Journal of Ethnopharmacology*, 320, 117478.
- Anwar, S. Naseem, S. Karimi, S. Asi, M.R. Akrem, A. and Ali, Z. 2021. Bioherbicidal activity and metabolic profiling of potent allelopathic plant fractions against major weeds of wheat-way forward to lower the risk of synthetic herbicides. *Frontiers in Plant Science*, 12, 632390.
- Apel, K. and Hirt, H. 2004. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 55, 373-399.
- Ashraf, S.A. Ahmad Khan, M. Awadelkareem, A.M. and Tajuddin, S. 2019. GC-MS analysis of commercially available *Allium sativum* and *Trigonella foenum-graecum* essential oils and their antimicrobial activities. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 13, 2545-2552.
- Assadpour, S. Nabavi, S. M. Nabavi, S.F. Dehpour, A.A. and Ebrahimzadeh, M.A. 2016. In vitro antioxidant and antihemolytic effects of the essential oil and methanolic extract of *Allium rotundum* L. *European Review for Medical & Pharmacological Sciences*, 20, 5210-5215
- Baeshen, N.A. Almulaiky, Y.Q. Afifi, M. Al-Farga, A. Ali, H. A. Baeshen, N. N. and Baeshen, M. N. 2023. GC-MS analysis of bioactive compounds extracted from plant *Rhazya stricta* using various solvents. *Plants*, 12(4), 960.
- Bakkali, F. Averbeck, S. Averbeck, D. and Idaomar, M. 2008. Biological effects of essential oils—a review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475.
- Bashar, H.K. Juraimi, A.S. Ahmad-Hamdani, M.S. Uddin, M.K. Asib, N. Anwar, M.P. ... and Hossain, A. 2023. Evaluation of allelopathic effects of *Parthenium hysterophorus* L. methanolic extracts on some selected plants and weeds. *Plos One*, 18(1), e0280159.

- Battal, P. and Tileklioglu, B. 2001. The effects of different mineral nutrients on the levels of cytokinins in maize (*Zea mays* L.). Turkish Journal of Botany, 25, 123-130.
- Berdimurodov, E. Berdimuradov, K. Eliboev, I. Choriev, A. Khamidov, A. Yusufov, M. and Yodgorov, C. 2024. Polyphenols for Dietary Polyphenols Application. Science and Engineering of Polyphenols: Fundamentals and Industrial Scale Applications, 385-401.
- Bhattacharya, B. Ghosh, T.K. and Das, N. 2017. Application of bio-surfactants in cosmetics and pharmaceutical industry. Sch. Acad. J. Pharm, 6(7), 320-329.
- Bianco, A. Venditti, A. Foddai, S. Toniolo, C. and Nicoletti, M. 2014. A new problem contamination of botanicals by phthalates. Rapid detection tests. Nat. Prod. Res., 28, 134-137.
- Bingöl, Ö. 2020. The allelopathic effect of *Allium akaka* S.G. gmelin extracts on germination of *Portulaca oleracea* L. weed. International Agricultural, Biological & Life Science Conference, pp.227, 2020.
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 26, 1199-1200.
- Brewer, M. S. 2011. Natural antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 10(4), 221-247.
- Cao, Y. Lan, Y. Huang, H. Wei, S. Li, X. Sun, Y. ... and Huang, Z. 2023. Molecular characterization of resistance to nicosulfuron in *Setaria viridis*. International Journal of Molecular Sciences, 24(8), 7105.
- Carta, G. Murru, E. Banni, S. and Manca, C. 2017. Palmitic acid: physiological role, metabolism and nutritional implications. Frontiers in physiology, 8, 306122.
- Castro Oliveira, L.G. Brito, L.M. Moraes Alves, M.M. Amorim, L. V. Sobrinho-Júnior, E. P. C. Carvalho, C.E.S. and Amorim Carvalho, F.A. 2017. In vitro effects of the neolignan 23-dihydrobenzofuran against *Leishmania amazonensis*. Basic Clin Pharmacol Toxicol, 120, 52-58.
- Casuga, F.P. Castillo, A.L. and Corpuz M.J. A.T. 2016. GC-MS analysis of bioactive compounds present in different extracts of an endemic plant *Broussonetia luzonica* (Blanco)(Moraceae) leaves. Asian Pac. J. Trop. Biomed., 6, 957-961.
- Cathcart, R.J. and Swanton, C.J. 2004. Nitrogen and green foxtail (*Setaria viridis*) competition effects on corn growth and development. Weed Science, 52 (6) 1039-1049.
- Chehregani A. Azimishad F. and Haj Alizade H. 2007. Study on antibacterial effect of some *Allium* species from Hamedan-Iran. International Journal of Agriculture & Biology, 9-6, 873-876.
- Demir, T. Akpınar, Ö. Kara, A. and Güngör, H. 2022. Phenolic profile and investigation of biological activities of *Allium scorodoprasum* L. subsp. rotundum. Food Bioscience, 46, 101548.
- Di Fino, L.M. Cerrudo, I. Salvatore, S.R. Schopfer, F.J. García-Mata, C. and Laxalt, A. M. 2020. Exogenous nitro-oleic acid treatment inhibits primary root growth by reducing the mitosis in the meristem in *Arabidopsis thaliana*. Frontiers in Plant Science, 11, 1059.
- Ding, H. Cheng, Z. Liu, M. Hayat, S. and Feng, H. 2016. Garlic exerts allelopathic effects on pepper physiology in a hydroponic co-culture system. Biology Open, 5(5), 631-637.
- Doughari, J.H. 2012. Phytochemicals: extraction methods, basic structures and mode of action as potential chemotherapeutic agents. Phytochemicals - A Global Perspective of Their Role in Nutrition and Health, pp. 1-33.

- Dziri, S. Hasan, I. Fatnassi, S. Mrabet, Y. Casabianca, H. Hanchi, B. and Hosni K. 2012. Phenolic constituents, antioxidant and antimicrobial activities of rosy garlic (*Allium roseum* var. *odoratissimum*). Sciverse Science Direct, 2, 423-432.
- Ebrahimzadeh M.A. Nabavi, S.F. Nabavi, M.N. and Eslami, B. 2010. Antihemolytic and antioxidant activities of *Allium paradoxum*. Central European Journal of Biology, 5 (3), 338-345.
- Elisovetcaia, D. Ivanova, R. and Brindza, J. 2018. Insecticidal and antifeedant activity of the ethanolic extracts from *Allium rotundum* L. AGROFOR, 3 (2).
- El-Rokick Kowther, G. El-Masry, R.R. Ahmed, S. A.A. Mohamed, S.A. and Messiha, N.K. 2018. Allelopathic effects of *Allium sativum* cloves on growth and yield of *Helianthus annuus* plants associating *Cyperus rotundus*. International Journal of Environment, 7(3), 78-86.
- Elstner, E.F. and Heupel, A. 1976. Formation of hydrogen peroxide by isolated cell walls from horseradish. Planta, 130, 175-180.
- Fan, J. Du, X. Zhao, H. and Yao, W. 2024. Allelochemicals-mediated interaction between algae and bacteria: Direct and indirect contact. Bioresource Technology, 130525.
- Ferrer-Gallego, P.P. and Sáez, L. 2018. (2630) Proposal to conserve the name *Allium rotundum* (Amaryllidaceae) with a conserved type. Taxon, 67(4) 808-809.
- Foyer, C.H. and Noctor, G. 2005. Oxidant and antioxidant signaling in plants: a re-evaluation of the concept of oxidative stress in a physiological context. Plant, Cell & Environment, 28(8), 1056-1071.
- Gill, S.S. and Tuteja, N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant physiology and biochemistry, 48(12), 909-930.
- Gillingham, L.G. Harris-Janz, S. and Jones, P.J. 2011. Dietary monounsaturated fatty acids are protective against metabolic syndrome and cardiovascular disease risk factors. Lipids, 46, 209-228.
- Godwin, A. Akinpelu, B. A. Makinde, A. M. Aderogba, M. A. and Oyedapo, O.O. 2015. Identification of n-hexane fraction constituents of *Archidium ohioense* (Schimp. Ex Mull) extract using GC-MS technique. Br. J. Pharm. Res., 6, 66-375.
- Gonzalez-Rivera, M.L. Barragan-Galvez, J.C. Gasca-Martínez, D. Hidalgo-Figueroa, S. Isiordia-Espinoza, M. and Alonso-Castro, A.J. 2023. In vivo neuropharmacological effects of neophytadiene. Molecules, 28, 3457.
- Goodarzi, N. Zangeneh, M.M. Zangeneh, A. Najafi, F. and Tahvilian, R. 2017. Protective effects of ethanolic extract of *Allium saralicum* RM Fritsch on CCl<sub>4</sub>-induced hepatotoxicity in mice. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences, 16(3), 227-238.
- Goorani, S. Morovvati, H. Zangeneh, M.M. Zangeneh, A. Seydi, N. and Moradi, R. 2019. Experimental study on Wistar rats: the *Allium eriophyllum* Boiss aqueous extract ointment effectively treat induced cutaneous wound. Comparative Clinical Pathology, 28, 1431-1438.
- Griffith, M. Ala, P. Yang D. S. C. Hon, W.C. and Moffatt B. A. 1992. Antifreeze protein produced endogenously in winter rye leaves. Plant Physiology, 100, 593–596.
- Gülçin, İ. Mshvildadze, V. Gepdiremen, A. and Elias, R. 2006. Antioxidant activity of a triterpenoid glycoside isolated from the berries of *Hedera colchica*: 3-O-(β-Dglucopyranosyl)- hederagenin. Phytotherapy Research, 20, 130–134.

- Guohua, H. Yanhua, L. and Dongzhi, W. 2005. Chemical characterization of Chinese chive seed (*Allium tuberosum* Rottl.). Food Chemistry, 99, 693-697.
- Gupta, K.S. and Wagle, D.S. 1980. Changes in antinutritional factors during germination in *Phaseolus mungo* and *Phaseolus aureus*. Journal of Food Science, 45, 394-397.
- Halliwell, B. Gutteridge, J.M. 2015. Free radicals in biology and medicine. Oxford University Press, USA.
- Han, X. Cheng, Z. Meng, H. Yang, X. and Ahmad, I. 2013. Allelopathic effect of decomposed garlic (*Allium sativum* L.) stalk on lettuce (*L. sativa* var. *crispa* L.). Pak. J. Bot., 45(1), 225-233.
- Hao, W.Y. Ren, L.X. Ran, W. and Shen, Q.R. 2010. Allelopathic effects of root exudates from watermelon and rice plants on *Fusarium oxysporum* f. sp. Niveum. Plant and Soil, 336, 485-497.
- Harmon, P. and Otter, R. 2022. A review of common non-ortho-phthalate plasticizers for use in food contact materials. Food and Chemical Toxicology, 164, 112984.
- Havir, E.A. and Mchale N.A. 1987. Biochemical and developmental characterization of multiple forms of catalase in tobacco leaves. Plant Physiology, 84, 1291-1294.
- Heinrich, M. Barnes, J. Prieto-Garcia, J. Gibbons, S. and Williamson, E.M. 2017. Fundamentals of Pharmacognosy and Phytotherapy: Fundamentals of Pharmacognosy and Phytotherapy E-Book. Elsevier Health Sciences, 1174.
- Hejl, A.A. Einhellig, F.A. and Rasmussen, J.A. 1993. Effects of juglone on growth, photosynthesis, and respiration. Journal of Chemical Ecology, 19(3), 559-568.
- Hekmati, M. Hasanirad, S. Khaledi, A. and Esmaeili, D. 2020. Green synthesis of silver nanoparticles using extracts of *Allium rotundum* L., *Falcaria vulgaris* Bernh, and *Ferulago angulate* Boiss, and their antimicrobial effects in vitro. Gene Reports, 19, 100589.
- Hodge, J.G. and Doust, A.N. 2017. Morphological development of *Setaria viridis* from germination to flowering. Genetics and Genomics of Setaria, 161-175.
- Hodges, D.M. DeLong, J.M. Forney, C.F. and Prange, R.K. 1999. Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds. Planta, 207, 604-611.
- Hosseinizadeh, L. Farhangian, S. Hajialyani, M. Bahari, A. and Farzaei, M.H. 2019. Acute and subchronic toxicological evaluations of *Allium rotundum* L.: a dietary plant from Iran. Journal of Dietary Supplements, 16(3), 269-280.
- Inderjit, K. and Dakshini, K.M.M. 1995. Allelopathy: organisms, processes, and applications. American Chemical Society, 3, 39-57.
- Inderjit, Seastedt, T.R. Callaway, R.M. Pollock, J.L. and Kaur, J. 2008. Allelopathy and plant invasions: traditional, congeneric, and bio-geographical approaches. Biological Invasions, 10, 875-890.
- Ismaeel Sarmamy A.G. 2011. Effects of akaka (*Allium akaka* Gmel.) extracts on the control of bacterial growth. Al-Qadisiyah Medical Journal, (7) 12.
- Jafari, S. Hassandokht, M. Taheri, M. and Kashi, A. 2019. Determination of nutritive value and antioxidant capacity of various organs of two Iranian valak species (*Allium akaka* SG Gmelin and *Allium elburzense* W.) in different habitats conditions and field. Iranian Journal of Horticultural Science, (1)50.
- Jamil, A. and Ashraf, S. 2021. Sustainable management of chickpea wilt incited by *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceri using plant extracts. J. Plant Pathol., 103, 519-529.

- Janahmadi, Z. Nekooeian, A.A. and Mozafari, M. 2015. Hydroalcoholic extract of *Allium eriophyllum* leaves attenuates cardiac impairment in rats with simultaneous type 2 diabetes and renal hypertension. *Research in Pharmaceutical Sciences*, 10(2), 125.
- Jang, S.J. Kim, Y.J. and Kuk, Y.I. 2019. Effects of *Allium* species plant extracts and their active ingredients on inhibition of plant growth. *Research on Crops*, 20(3), 576-584.
- Janusauskaite, D. 2023. The Allelopathic activity of aqueous extracts of *Helianthus annuus* L., grown in boreal conditions, on germination, development, and physiological indices of *Pisum sativum* L. *Plants*, 12(9), 1920.
- Javaid, M.H. Khan, A.R. Salam, A. Neelam, A. Azhar, W. Ulhassan, Z. and Gan, Y. 2022. Exploring the adaptive responses of plants to abiotic stresses using transcriptome data. *Agriculture*, 12(2), 211.
- Johnson, A. Smith, B. and Jones, C. 2017. A review on the solvent and dosage-dependent effects of bioherbicidal plant extracts. *Journal of Agricultural Science*, 35(2), 123-135.
- Jones, A.D. and Smith, B.N. 2015. GC-MS Analysis of Plant Metabolites. In: Weckwerth W. Kahl G. (eds). *The Handbook of Plant Metabolomics*. Wiley-Blackwell.
- Joshi, N. and Joshi, A. 2016. Allelopathic effects of weed extracts on germination of wheat. *Ann. Plant Sci*, 5(5), 1330-1334.
- Kaya, C. Aydemir, S. Sönmez, O. Ashraf, M. and Dikilitaş, M. 2013. Regulation of growth and some key physiological processes in salt-stressed maize (*Zea Mays* L.) plants by exogenous application of asparagine and glycerol. *Acta Bot. Croat.*, 72 (1), 157–168.
- Khan, I.H. and Javaid, A. 2022. Antifungal activity of n-butanol stem extract of quinoa against *Macrophomina phaseolina*. *Pak. J. Bot.*, 54, 1507-1510.
- Kharazi, P.R. and Peyvast, G. 2005. Natural antioxidant and anticarcinogenic compounds from two varieties of Iranian garlic. *Asian J. Chem.*, 17, 219.
- Kim, H.S. Wang, L. Fernando, I.P.S. Je, J.G. Ko, S.C. Kang, M.C. and Lee, D.S. 2020. Antioxidant efficacy of (-)-loliolide isolated from *Sargassum horneri* against AAPH-induced oxidative damage in vero cells and zebrafish models in vivo. *J. Appl. Psychol.*, 32, 3341-3348.
- Kocaçalışkan, İ. 2004. Allelopati, Kütahya. Pp:132.
- Kurnia, D. Ajiati, D. Heliawati, L. and Sumiarsa, D. 2021. Antioxidant properties and structure-antioxidant activity relationship of *Allium species* leaves. *Molecules*, 26(23), 7175.
- Kyung, K.H. 2012. Antimicrobial properties of *Allium* species. *Current opinion in biotechnology*, 23(2), 142-147.
- Lanzotti, V. 2012. Bioactive polar natural compounds from garlic and onions. *Phytochemistry Reviews*, 11, 179-196.
- Li, M. Wang, Y. Xiao, J. Yan, X. and Liu, B. 2023. Allelopathic inhibition effects and mechanism of phenolic acids to *Microcystis aeruginosa*. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(15), 45388-45397.
- Li, Y.H. Zhang, Y. Yang, Y. Zhang, S.J. and Jin, X. 2021. Allelopathic effects of leachates of *Lumnitzera littorea* fruits on germination seedling growth and antioxidant enzymes of native mangrove species *Sonneratia caseolaris*. *Allelopathy Journal*, 54, 199-210.
- Liao, Z. Yeoh, Y.K. Parumasivam, T. Koh, W.Y. Alrosan, M. Alu'datt, M.H. and Tan, T. C. 2024. Medium-chain dicarboxylic acids: chemistry, pharmacological properties, and applications in modern pharmaceutical and cosmetics industries. *RSC advances*, 14(24), 17008-17021.

- Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids, pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148, 350-382.
- Macías F.A. Galindo J.C.G. Molinillo J.M.G. and Cutler H.G. 2004. *Allelopathy Chemistry and Mode of Action of Allelochemicals*. CRC Press. Boca Raton London, New York Washington D.C.
- Macías, F.A. Galindo, J.C. and Molinillo, J.M. (Eds.). 2003. *Allelopathy: chemistry and mode of action of allelochemicals*. CRC Press.
- Macías, F.A. Molinillo, J.M.G. Varela, R.M. and Galindo, J.C.G. 2009. Allelopathy - A natural alternative for weed control. *Pest Management Science*, 65(7), 717-723.
- Mimica-Dukić, N. Simin, N. Svirčev, E. Orčić, D. Beara, I. Lesjak, M. and Božin, B. 2012. The effect of plant secondary metabolites on lipid peroxidation and eicosanoid pathway. *Lipid Peroxidation*. 193-210.
- Mitsuda, H. Yasumoto, K. and Iwami, K. 1966. Antioxidativ action of indole compounds during the autoxidation of linoleic acid. *Eiyoto Shokuryo*, 19, 210-214.
- Mobayyen S. 2001. *Rostanihayeh Iran*, 1, 102-103.
- Morin, S.J. Gaziano, J.M. and Djoussé, L. 2018. Relation between plasma phospholipid oleic acid and risk of heart failure. *European Journal of Nutrition*, 57(8), 2937-2942.
- Mosavi, H. and Alizadeh, A. 2019. Phytochemical constituents and antimicrobial activity of *Allium eriophyllum* Var. *Eriophyllum* from Iran. *Natural Product Research*, 33(21), 3148-3152.
- Mukerji, K.G. (Ed.). 2006. *Allelochemicals: biological control of plant pathogens and diseases*. Dordrecht: Springer, 208.
- Mutlu, S. and Atıcı, Ö. 2009. Allelopathic effect of *Nepeta meyeri* Benth. extracts on seed germination and seedling growth of some crop plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 31, 89-93.
- Mutlu, S. Atıcı, Ö. and Esim, N. 2010. Bioherbicidal effects of essential oils of *Nepeta meyeri* Benth. on weed spp. *Allelopathy Journal*, 26(2), 291-300.
- Najeebullah, S. Shinwari, Z.K. Ahmad jan, and S. Khan, I. 2021. Ethno medicinal and phytochemical properties of genus *Allium*: A Review of Recent Advances. *Pak. J. Bot.*, 53(1), 135-144.
- Najja, H., Neffati, M. Zouari, S. and Ammar, E. 2007. Essential oil composition and antibacterial activity of different extracts of *Allium roseum* L. *North African Endemic Species*, 10, 820-826.
- Nickavar, B. and Yousefian, N. 2009. Inhibitory effects of six *Allium* species on  $\alpha$ -amylase enzyme activity. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 8(1), 53-57.
- Niharika, Singh, N.B. Khare, S. Singh, A. Yadav, V. and Yadav, R.K. 2021. Kinetin modulates physiological and biochemical attributes of *Vigna radiata* L. seedlings exposed to 2-benzoxazolinone stress. *Biologia*, 76, 1377-1389.
- Omeje, K. Ozioko, J. and Opmeje, H. 2018. Pharmacological potentials characterization and fatty acids profile of *Persea americana* Mill avocado seed oil using Gas Chromatography-Mass Spectroscopy. *Biochem. Anal. Biochem.*, 7, 2161-1009.
- Oskoueian, E. Abdullah, N. Ahmad, S. Saad, W.Z. Omar, A.R. and Ho, Y.W. 2011. Bioactive compounds and biological activities of *Jatropha curcas* L. kernel meal extract. *Int. J. Mol. Sci.*, 12, 5955-5970.

- Padilla-Gonzalez, G.F. Dos Santos, F.A. and Da Costa, F.B. 2016. Sesquiterpene lactones: more than protective plant compounds with high toxicity. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 35(1), 18-37.
- Pammi, S.S. Suresh, B. and Giri, A. 2023. Antioxidant potential of medicinal plants. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 26(1), 13-26.
- Pazoki, A., Zare Mehrjerd, M. Norouzi, M. And Dianati Daylami, S. 2018. Effects of growth regulators on callus induction, plant regeneration and bulb formation of *Allium akaka* subsp. *akaka*. *Iranian Journal of Plant Biology*, 10(4), 69-80.
- Pereira, I. Severino, P. Santos, A.C. Silva, A.M., and Souto, E.B. 2018. Linalool bioactive properties and potential applicability in drug delivery systems. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 171, 566-578.
- Pereira-Leite, C. Bom, M. Ribeiro, A. Almeida, C. and Rosado, C. 2023. Exploring stearic-acid-based nanoparticles for skin applications-Focusing on stability and cosmetic benefits. *Cosmetics*, 10(4), 99.
- Perelló, A. Gruhlke, M. and Slusarenko, A.J. 2013. Effect of garlic extract on seed germination, seedling health, and vigour of pathogen-infested wheat. *Journal of plant protection research*, 53(4).
- Petropoulos, S.A. Francesco, D.G. Nikos, P. and Nikos, T. 2020. Natural antioxidants, health effects and bioactive properties of wild *Allium* species. *Current pharmaceutical design*, 26(16), 1816-1837.
- Petrov, V.D. and Van Breusegem, F. 2012. Hydrogen peroxide-a central hub for information flow in plant cells. *AoB Plants*, 2012, pls014.
- Pothimon, R. Krusong, W. Daetae, P. Tantratian, S. and Gullo, M. 2022. Determination of antifungal volatile organic compounds of upland rice vinegar and their inhibition effects on *Aspergillus flavus* in dried chili pepper. *Food Bioscience*, 46, 101543.
- Qureshi, H. Anwar, T. Fatima, S. Shirani, M. Riaz, S. and Liaquat, Z. 2024. Allelopathic effects of invasive plants (*Lantana camara* and *Broussonetia papyrifera*) extracts: implications for agriculture and environmental management. *Allelopathy Journal*, (2) 61.
- Rizwan, K. Khan, S.A. Ahmad, I. Rasool, N. Ibrahim, M. Zubair, M. and Manea, R. 2019. A comprehensive review on chemical and pharmacological potential of *Viola betonicifolia*: a plant with multiple benefits. *Molecules*, 24, 3138.
- Rocchetti, G. Zhang, L. Bocchi, S. ... and Zengin, G. 2022. The functional potential of nine *Allium* species related to their untargeted phytochemical characterization, antioxidant capacity and enzyme inhibitory ability. *Food Chemistry*, 368, 130782.
- Rosculete, C.A. Bonciu, E. Rosculete, E. and Olaru, L.A. 2019. Determination of the environmental pollution potential of some herbicides by the assessment of cytotoxic and genotoxic effects on *Allium cepa*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(1), 75.
- Sakib, S.A. Tareq, A.M. Islam, A. Rakib, A. Islam, M.N. Uddin, M.A. and Emran, T.B. 2021. Anti-inflammatory thrombolytic and hair-growth promoting activity of the n-hexane fraction of the methanol extract of *Leea indica* leaves. *Plants*, 10, 1081.
- Sarmamy, A.G.O.I. 2011. Effects of Akaka *Allium akaka* Gmel. extracts on the control of bacterial growth. *Al-Qadisiyah Medical Journal*, 7(12), 199-208.
- Satyajit D.S. Zahid L. and Alexander I.G. 2012. Natural products isolation. *Methods in Biotechnology*, 20, 864

- Selmy, A.H. Hegazy, M.M. El-Hela, A.A. Saleh, A.M. and El-Hamouly, M.M. 2023. In vitro and in silico studies of neophytadiene; a diterpene isolated *Fromaeschynomene elaphroxylon* (Guill. & Perr.) Taub. as apoptotic inducer. *Egyptian Journal of Chemistry*, 66(10), 149-161.
- Shahidi, F. and Zhong, Y. 2010. Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical Society Reviews*, 39(11), 4067-4079.
- Singh, H.P. Batish D.R. and Kohli R.K. 2003. Allelopathic interactions and allelochemicals. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 22, 239-311.
- Singh, H.P. Kaur, S. Mittal, S. Batish, D.R. and Kohli, R.K. 2009. Essential oil of *Artemisia scoparia* inhibits plant growth by generating reactive oxygen species and causing oxidative damage. *Journal of Chemical Ecology*, 35,154-162.
- Smith, B.N. Wilson, K.B. and Schuster, W.S.F. 2010. Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analysis of plant metabolites. *Methods in Molecular Biology*, 639, 115-124.
- Šoln, K. Klemenčič, M. and Koce, J.D. 2022. Plant cell responses to allelopathy: from oxidative stress to programmed cell death. *Protoplasma*, 259(5), 1111-1124.
- Stajaner, D. Popovic B.M. Canadanovic Brunet, J. and Stajaner, M. 2007. Antioxidant and scavenger activities of *Allium ursinum*. *Fitoterapia*, 79, 303-305.
- Subramanian, S. Dowlath, M.J.H. Karuppannan, S.K. Saravanan, M. and Arunachalam, K.D. 2020. Effect of solvent on the phytochemical extraction and GC-MS analysis of *Gymnema sylvestre*. *Pharmacogn Journal*, 12(4), 749-461.
- Taşcı, B. and Koca, I. 2015. Use of *Allium scorodoprasum* L. subsp. rotundum as food. VII International Symposium on Edible Alliaceae, 1143.
- Taşcı, B. Kütük, H. and Koca, I. 2019. Antioxidant activity of *Allium scorodoprasum* L. subsp. rotundum (L.) STEARN plant grown in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(10), 1561-1567.
- Thiemann, T. 2021. Isolation of phthalates and terephthalates from plant material–natural products or contaminants. *Open Chem. J.*, (1) 8.
- Venditti, A. 2020. What is and what should never be: artifacts, improbable phytochemicals, contaminants and natural products. *Nat. Prod. Res.*, 34,1014-1031.
- Vyvyan, J.R. 2002. Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. *Tetrahedron*, 58, 1631-1646.
- Weir, T.L. Park, S.W. and Vivanco, J.M. 2004. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. *Current Opinion in Plant Biology*, 7(4), 472-479.
- Weston, A.L. and Duke, S.O. 2003. Weed and crop allelopathy. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 22, 367-389.
- White, D. Brown, K. and Green, E. 2020. Bioherbicidal effects of plant extracts obtained from dichloromethane solvent in herbary applications. *Environmental Biology*, 18(4), 567-580.
- Willis, R.J. 2007. *The History of Allelopathy*, Published by Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp 15–37
- Wink, M. 2010. Biochemistry of Plant Secondary Metabolism. *Annual Plant Reviews*, Vol., 40.
- Yang, F. Liu, X. Wang, H. Deng, R. Yu, H. and Cheng, Z. 2019. Identification and allelopathy of green garlic (*Allium sativum* L.) volatiles on scavenging of cucumber (*Cucumis sativus* L.) reactive oxygen species. *Molecules*, 24(18), 3263.

- Yang, F. Liu, X. Wang, H. Deng, R. Yu, H. and Cheng, Z. 2019. Identification and allelopathy of green garlic (*Allium sativum* L.) volatiles on scavenging of cucumber (*Cucumis sativus* L.) reactive oxygen species. *Molecules*, 24(18), 3263.
- Yousaf, Z. Umer, A. Younas, A. Khan, F. and Wang, Y. 2012. Allelopathic plants: 24. Genus *Allium* L. *Allelopathy Journal*, 29(1), 1-12.
- Zafar, F. Asif, H.M. Shaheen, G. Ghauri, A.O. Rajpoot, S.R. Tasleem, M.W., ... and Nazar, H. 2023. A comprehensive review on medicinal plants possessing antioxidant potential. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 50(3), 205-217.
- Zangeneh, M.M. and Zangeneh, A. 2020. Biosynthesis of iron nanoparticles using *Allium eriophyllum* Boiss extract: Chemical characterization, antioxidant, cytotoxicity, antibacterial, antifungal, and cutaneous wound healing effects. *Applied Organometallic Chemistry*, 34(1), e5304.
- Zangeneh, M.M. Zhaleh, M. Salmani, S. Zangeneh, A. Almasi, M. Khedri, M.R. and Rashidi, K. 2019. Assessment of the anti-anemic effect of aqueous extract of *Allium eriophyllum* Boiss leaf in phenylhydrazine-treated Wistar male rats. *Comparative Clinical Pathology*, 28, 427-434.
- Zhai, Y. Shao, Z. Cai, M. Zheng, L. Li, G. Huang, D. and Zhang, J. 2018. Multiple modes of nematode control by volatiles of *Pseudomonas putida* 1A00316 from Antarctic soil against *Meloidogyne incognita*. *Front Microbiol*, 9, 253.
- Zhao, H. Su, H. Ahmeda, A. Sun, Y. Li, Z. Zangeneh, M.M. Nowrozi, M. Zangeneh, A. and Moradi, R. 2022. Biosynthesis of copper nanoparticles using *Allium eriophyllum* Boiss leaf aqueous extract; characterization and analysis of their antimicrobial and cutaneous wound-healing potentials. *Applied Organometallic Chemistry*, 36(12), e5587.
- Zheng, C.J. Yoo, J.S. Lee, T.G. Cho, H.Y. Kim, Y.H. and Kim, W.G. 2005. Fatty acid synthesis is a target for antibacterial activity of unsaturated fatty acids. *FEBS letters*, 579(23), 5157-5162.
- Zhishen, J. Mengcheng, T. and Jianming, W. 1999. The determination of flavonoid contents on mulberry and their scavenging effects on superoxide radical. *Food Chemistry*, 64, 555–559.
- Zouari, S. Ketata, M. Boudhrioua, N. and Ammar, E. 2012. *Allium roseum* L. volatile compounds profile and antioxydant activity for chemotype discrimination - Case study of the wild plant of Sfax (Tunisia). *Industrial Crops and Products*, 41, 172-178.

## ÖZGEÇMİŞ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Kişisel Bilgiler</b>                                                                                                                                                                                                                                                                          |                             |
| <b>Adı Soyadı:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                               | Mohammad Rasoul TARAGHIKHAH |
| <b>Doğum tarihi:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                             |                             |
| <b>Doğum Yeri:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                               |                             |
| <b>Uyruğu:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                             |
| <b>Adres:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                             |
| <b>Tel:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                             |
| <b>E-mail:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                             |
| <b>Eğitim</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                             |
| <b>Lise:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                             |
| <b>Lisans:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                             |
| <b>Yüksek lisans:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                            |                             |
| <b>Doktora:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                             |
| <b>Yabancı Dil Bilgisi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                       |                             |
| <b>İngilizce:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                | İyi                         |
| <b>Almanca:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                  | -                           |
| <b>Rusça:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -                           |
| <b>Diğer</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                             |
| <b>Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar</b>                                                                                                                                                                                                                                                             |                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                             |
| <b>Tezden Üretilmiş Yayınlar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                 |                             |
| Mohammad Rasoul Taraghikhah and Ökkeş Atıcı (2024) Investigating bioactive phytochemicals in bulb and shoot of <i>Allium longisepalum</i> Bertol, from Iran, Natural Product Research, <a href="https://doi.org/10.1080/14786419.2023.2301022">https://doi.org/10.1080/14786419.2023.2301022</a> |                             |