



M. BAYRAM, 2018

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

T.C.

NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

AYÇİÇEĞİ VE BUĞDAY BİTKİSİ KÖK EKSDATLARININ *SINAPIS ARVENSIS*  
L. VE *SINAPIS ALBA* L. TÜRLERİNİN TOHUM ÇİMLENMESİ VE FİDE GELİŞİMİ  
ÜZERİNE ALLELOPATİK ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

MUSTAFA BAYRAM

Ocak 2018



T.C.  
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

AYÇİÇEĞİ VE BUĞDAY BİTKİSİ KÖK EKSUDATLARININ *SINAPIS ARVENSIS*  
L. VE *SINAPIS ALBA* L. TÜRLERİNİN TOHUM ÇİMLENMESİ VE FİDE GELİŞİMİ  
ÜZERİNE ALLELOPATİK ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

MUSTAFA BAYRAM

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Doç. Dr. Bengü TÜRKYILMAZ ÜNAL

Ocak 2018

**Mustafa BAYRAM** tarafından **Doç. Dr. Bengü TÜRKYILMAZ ÜNAL** danışmanlığında hazırlanan “**Ayçiçeği ve Buğday Bitkisi Kök Eksudatlarının *Sinapis arvensis L.* ve *Sinapis alba L.* Türlerinin Tohum Çimlenmesi ve Fide Gelişimi Üzerine Allelopatik Etkilerinin Araştırılması**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Biyoloji** Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Seher KARAMAN ERKUL, Aksaray Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Cemil İŞLEK, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Bengü TÜRKYILMAZ ÜNAL, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

**ONAY:**

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından ..../..../20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun ..../..../20.... tarih ve ..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

**Doç. Dr. Murat BARUT**  
**MÜDÜR V.**

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Mustafa BAYRAM

## ÖZET

### AYÇİÇEĞİ VE BUĞDAY BİTKİSİ KÖK EKSUDATLARININ *SINAPIS ARVENSIS* L. VE *SINAPIS ALBA* L. TÜRLERİNİN TOHUM ÇİMLENMESİ VE FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ALLELOPATİK ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

BAYRAM, Mustafa

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Bengü TÜRKYILMAZ ÜNAL  
Ocak 2018, 72 sayfa

Bu tez çalışmasında ayçiçeği (*Helianthus annuus*) ve buğday (*Triticum aestivum*) kök eksudatlarının ülkemizde yaygın yabancı otlardan yabancı hardal (*Sinapis arvensis* L.) ve akhardal (*Sinapis alba* L.) tohumlarının çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine allelopatik etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Ayçiçeği ve buğday bitkileri 8 haftalık olduğunda 100 ml distile suda, her bitkiden 20 ya da 40 fide 3 gün bekletilerek elde edilen bitki kök eksudatları yabancı hardal ve akhardal yabancı otlarına foliar yolla uygulanmıştır. Allelopatik etkisinin karşılaştırılabilmesi ve biyoherbisit potansiyelinin araştırılması için bu yabancı otların kimyasal kontrolünde yaygın kullanılan bir herbisit olan Gromstor'un önerilen dozu (1g.da<sup>-1</sup>) ve önerilen dozunun iki katı (2g.da<sup>-1</sup>) da uygulanmıştır. Yabancı hardal ve akhardal tohumlarının çimlenmesi ve fide gelişimine ait morfolojik ölçümler ve fizyolojik-biyokimyasal (klorofil a, klorofil b, toplam klorofil, karotenoid, prolin ve toplam protein miktarları ile süperoksit dismutaz enzim aktiviteleri) analizler yapılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular ayçiçeği ve buğday kök ekstraktlarının yabancı hardal ve akhardal yabancı otlarının çimlenmesi ve fide gelişimi üzerinde allelopatik etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

*Anahtar sözcükler:* Akhardal, Antioksidant Enzimler, Fotosentetik Pigmentler, *Helianthus annuus*, Prolin, Protein, *Triticum aestivum*, Yabancı Hardal

## SUMMARY

### THE INVESTIGATION ALLELOPATHIC EFFECTS OF SUNFLOWER AND WHEAT PLANT ROOT EXUDATES ON SEED GERMINATION AND SEEDLING GROWTH OF *SINAPIS ARVENSIS* AND *SINAPIS ALBA* SPECIES

BAYRAM, Mustafa

Nigde Ömer Halisdemir University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology

Supervisor : Associate Professor Dr. Bengu TURKYILMAZ UNAL

January 2018, 72 pages

In this thesis, it is aimed to investigate the allelopathic effects of root exudates of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) on germination and seedling growth of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) and white mustard (*Sinapis alba* L.) that common weeds in our country. When the sunflower and wheat plants are 8 weeks old, plant root exudates obtained by standing 20 or 40 seedlings in each plant in 100 ml distilled water were applied foliar to wild mustard and white mustard weeds. In order to compare the allelopathic effect and to investigate the bioherbicidal potential, Gromstor's recommended dose (1g.da<sup>-1</sup>), which is a widely used herbicide for chemical control of these weeds, and twice the recommended dose (2g.da<sup>-1</sup>) were also applied. Morphological measurements and physiological-biochemical (chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, carotenoid, proline and total protein quantities, and superoxide dismutase enzyme activities) analysis of seed germination and seedling growth of wild mustard and white mustard plants were evaluated. The findings show that sunflower and wheat root extracts have allelopathic effects on germination and seedling growth of wild mustard and white mustard weeds.

*Keywords:* Antioxidant Enzymes, Photosynthetic Pigments, *Helianthus annuus*, Prolin, Protein, *Triticum aestivum*, White Mustard, Wild Mustard

## ÖN SÖZ

Bir bitki ya da mikroorganizmanın diğeri bir canlıya yaptığı engelleyici ya da uyarıcı etkiye allelopati adı verilmektedir. Yabancı ot kontrolünde önemli bir etki göstermesi ve çevre dostu özelliğe sahip olmasından dolayı günümüzde allelopati konusu üzerinde durulmaktadır. Ayçiçeği ve buğday bitkilerinin birçok sekonder metabolit içerdikleri ve allelopatik potansiyele sahip olduklarına yönelik pek çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmada ayçiçeği ve buğday kök eksudatlarının (20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su ve 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su), ülkemizde özellikle tahıl alanlarında yaygın yabancı otlardan olan *Sinapis arvensis* (yabani hardal) ve *Sinapis alba* (akhardal) türleri üzerine morfolojik ve fizyolojik etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar bitki kök eksudatlarının biyoherbisit olarak kullanımı için yapılacak çalışmalara kaynak teşkil edecektir.

Tez çalışmalarımın yürütülmesinde tecrübeleri ile beni yönlendiren, anlayış, sabır, bilgi ve yardımlarını, maddi manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam, Sayın Doç. Dr. Bengü Türkyılmaz Ünal'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Bu tezin hazırlanması sırasında yanımda olan ve bana yardımcı olan değerli meslektaşlarım Zeynep Düzelten, Gülay Olcabey Ergin, Ali Aydemir, Cihan Düşgün ve Dilek Parmaksız'a ve ne zaman ihtiyacım olursa yanımda olan Şule Abbak'a minnet ve şükranlarımı belirtmek isterim.

Bu tezi, öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi koruyuculuğumu üstlenen babam Seyit Mehmet Bayram'a, annem Nurcan Bayram'a ve kardeşlerim Tolga Bayram ile Burak Bayram'a ithaf ediyorum.



## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iv
SUMMARY .....	v
ÖN SÖZ .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	x
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ .....	xi
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xii
BÖLÜM I GİRİŞ .....	1
1.1 Allelopati Kavramı .....	4
1.1.1 Allelopati'nin tanımı .....	6
1.1.2 Allelokimyasallar ve salınma yolları .....	7
1.1.3 Allelopatik etkileşim çeşitleri .....	9
1.1.4 Allelopatik etki gösteren bitki türleri .....	9
1.1.5 Ayçiçeğinin allelopatik etkisi .....	14
1.1.6 Buğdayın allelopatik etkisi .....	15
1.2 Herbisitler .....	17
BÖLÜM II MATERYAL VE METOT .....	20
2.1 Bitkisel Materyal .....	20
2.1.1 Bitkisel materyalin temini ve tayini .....	20
2.1.2 <i>Sinapis arvensis</i> ve <i>Sinapis alba</i> yabancı otlarının yetiştirme koşulları, deneme deseni ve örnekleme .....	22
2.2 Morfolojik Parametrelerin Ölçülmesi .....	23
2.2.1 Tohumların çimlenme yüzdeleri ve çimlenme sürelerinin belirlenmesi .....	23
2.2.2 Gelişen fidelerde radikula ve plumula boy, taze-kuru ağırlıklarının belirlenmesi .....	24
2.3 Fotosentetik Pigment Miktarının Belirlenmesi .....	26
2.4 Toplam Prolin Miktarının Belirlenmesi .....	27
2.5 Toplam Protein Miktarının Belirlenmesi .....	28
2.6 Süperoksit Dismutaz Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi .....	29

2.6.1 Enzim ekstraktının hazırlanması.....	29
2.6.2 Süperoksit dismutaz enziminin aktivitesinin belirlenmesi .....	30
2.6.3 Analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi .....	30
<b>BÖLÜM III BULGULAR .....</b>	<b>31</b>
3.1 Morfolojik Ölçüm Sonuçları.....	31
3.1.1 Tohumların çimlenme yüzdeleri ve sürelerinin belirlenmesi .....	31
3.1.2 Radikula-plumula boy, taze ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi .....	32
3.1.3 Kök-gövde boy, taze ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi .....	35
3.2 Fotosentetik Pigment Miktarlarının Belirlenmesi.....	37
3.3 Prolin Konsantrasyonunun Belirlenmesi .....	42
3.4 Toplam Protein Miktarının Belirlenmesi .....	43
3.5 Süperoksit dismutaz Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi .....	44
<b>BÖLÜM IV TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>	<b>46</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>54</b>
<b>ÖZ GEÇMİŞ .....</b>	<b>72</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Bazı allelopatik bitkiler ve bu bitkilerde bulunan allelopatik maddeler ile allelopatikleri.....	12
Çizelge 1.2. Düşük dozlarda Pendimethalin ile allelopatik ekstrakt karışımlarının birlikte kullanımının ayçiçeği verimine etkisi .....	19
Çizelge 3.1. Yabani hardal ( <i>S. arvensis</i> ) tohumları çimlenme oranı (ÇO), çimlenme indeksi (Çİ) ve çimlenme süreleri (OÇS), (YÇS).....	31
Çizelge 3.2. Akhardal ( <i>S. alba</i> ) tohumları çimlenme oranı (ÇO), çimlenme indeksi (Çİ) ve çimlenme süreleri (OÇS), (YÇS) .....	32
Çizelge 3.3. Yabani hardal ( <i>S. arvensis</i> ) fidelerinin radikula boy, taze ve kuru ağırlıkları .....	32
Çizelge 3.4. Yabani hardal ( <i>S. arvensis</i> ) fidelerinin plumula boy, taze ve kuru ağırlıkları .....	33
Çizelge 3.5. Akhardal ( <i>S. alba</i> ) fidelerinin radikula boy, taze ve kuru ağırlıkları .....	34
Çizelge 3.6. Akhardal ( <i>S. alba</i> ) fidelerinin plumula boy, taze ve kuru ağırlıkları .....	34
Çizelge 3.7. Yabani hardal ( <i>S. arvensis</i> ) fidelerinin kök boy, taze ve kuru ağırlıkları... ..	35
Çizelge 3.8. Yabani hardal ( <i>S. arvensis</i> ) fidelerinin gövde boy, taze ve kuru ağırlıkları	36
Çizelge 3.9. Akhardal ( <i>S. alba</i> ) fidelerinin kök boyları, taze ve kuru ağırlıkları .....	36
Çizelge 3.10. Akhardal ( <i>S. alba</i> ) fidelerinin gövde boy, taze ve kuru ağırlıkları.....	37

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Yabani Hardal ( <i>S. arvensis</i> ) bitkisi genel görünümü.....	2
Şekil 1.2. Ak Hardal ( <i>S. alba</i> ) bitkisi genel görünümü.....	2
Şekil 1.3. Allelokimyasalların salgılanma şekilleri .....	8
Şekil 1.4. Juglon sentezi .....	9
Şekil 1.5. Allelopatinin genel görünümü .....	10
Şekil 1.6. Ekmeklik buğday ( <i>T. aestivum</i> ) anızının, ardındaki bitkinin çıkış gücünü zayıflatması .....	17
Şekil 3.1. Yabani hardal ( <i>S. arvensis</i> ) bitkisi yapraklarının klorofil a miktarları.....	37
Şekil 3.2. Yabani hardal ( <i>S. arvensis</i> ) bitkisi yapraklarının klorofil b miktarları.....	38
Şekil 3.3. Yabani hardal ( <i>S. arvensis</i> ) bitkisi yapraklarının toplam klorofil miktarları .	38
Şekil 3.4. Yabani hardal ( <i>S. arvensis</i> ) bitkisi yapraklarının klorofil a/b oranları .....	39
Şekil 3.5. Yabani hardal ( <i>S. arvensis</i> ) bitkisi yapraklarının karotenoid miktarları .....	39
Şekil 3.6. Akhardal ( <i>S. alba</i> ) bitkisi yapraklarının klorofil a miktarları.....	40
Şekil 3.7. Akhardal ( <i>S. alba</i> ) bitkisi yapraklarının klorofil b miktarları .....	40
Şekil 3.8. Akhardal ( <i>S. alba</i> ) bitkisi yapraklarının toplam klorofil miktarları .....	41
Şekil 3.9. Akhardal ( <i>S. alba</i> ) bitkisi yapraklarının klorofil a/b oranları.....	41
Şekil 3.10. Akhardal ( <i>S. alba</i> ) bitkisi yapraklarının karotenoid miktarları .....	42
Şekil 3.11. Yabani hardal ( <i>S. arvensis</i> ) bitki yapraklarının prolin miktarları.....	43
Şekil 3.12. Akhardal ( <i>S. alba</i> ) bitki yapraklarının prolin miktarları.....	43
Şekil 3.13. Yabani hardal ( <i>S. arvensis</i> ) bitki yapraklarının toplam protein miktarları...	44
Şekil 3.14. Akhardal ( <i>S. alba</i> ) bitki yapraklarının toplam protein miktarları.....	44
Şekil 3.15. Yabani hardal ( <i>S. arvensis</i> ) bitki yapraklarının SOD enzim aktivitesi.....	45
Şekil 3.16. Akhardal ( <i>S. alba</i> ) bitki yapraklarının SOD enzim aktivitesi .....	45

## FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Fotoğraf 2.1. Kök eksudatlarının eldesinde kullanılan ayçiçeği bitkisinin genel görünümü .....	21
Fotoğraf 2.2. Kök eksudatlarının eldesinde kullanılan buğday bitkisinin genel görünümü .....	21
Fotoğraf 2.3. Tohum ekim aşaması .....	22
Fotoğraf 2.4. <i>S. arvensis</i> tohumlarının çimlenme denemesindeki görünüşleri .....	24
Fotoğraf 2.5. <i>S. alba</i> tohumlarının çimlenme denemesindeki görünüşleri .....	24
Fotoğraf 2.6. Radikula ve plumula boy, taze-kuru ağırlık ölçümlerinden önce çimlenen <i>S. arvensis</i> tohumlarının görünüşü .....	25
Fotoğraf 2.7. Radikula ve plumula boy, taze-kuru ağırlık ölçümlerinden önce çimlenen <i>S. alba</i> tohumlarının görünüşü .....	25
Fotoğraf 2.8. <i>S. arvensis</i> ve <i>S. alba</i> fidelerinin genel görünüşü.....	26
Fotoğraf 2.9. Klorofil pigment miktarlarının ölçümü.....	27
Fotoğraf 2.10. Karotenoid pigment miktarlarının ölçümü.....	27
Fotoğraf 2.11. Prolin miktarlarının ölçümünde renk değişimi .....	28
Fotoğraf 2.12. Protein miktar analizleri.....	29
Fotoğraf 2.13. Süperoksit dismutaz enzimi aktivite ölçümü .....	30

## SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
EU	Enzim ünitesi
KKTC	Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti
PO	Peroksidaz
SOD	Süperoksit dismutaz
VIS	Visible (görünür)



## BÖLÜM I

### GİRİŞ

Yabancı otlar, böcek zararlıları, hastalıklar, abiyotik stresler ve yanlış besleme bitkisel üretimin başlıca tehdit unsurlarıdır. Özellikle yabancı otların tarımsal üretim alanlarında kontrolleri sağlanmadığında % 100'e varan ürün kayıplarına sebep olabildiği bilinmektedir (Serim vd., 2015). Yabancı otlar; bitkilerin ışık, hava, su, besin maddeleri ve mekânlarını paylaşarak verimin önemli ölçüde azalmasına neden olmaktadır. Yabancı otların bitki yetiştiriciliğini negatif yönde etkileyebileceğine ilk kez M.Ö. 3. ve 5. yüzyıllarda Democrit ve Theophrastus adlı filozoflar dikkat çekmiştir (Anonymous, 2013). Bugüne kadar sürdürülen çalışmalarda 30,000 kadar yabancı ot türü belirlenmiştir. Bunlardan 250'sinin ekonomik olarak önemli olduğu, çoğunluğunun allelopatik etkiye sahip olduğu, 80'inin ise tarımsal üretimi doğrudan etkilediği (Singh vd., 2001), verim kayıplarının gelişmiş ülkelerde % 5;0; az gelişmiş ülkelerde % 10,0; geri kalmış ülkelerde ise % 25.0'lere kadar çıktığı (Mamolos ve Kalburtji, 2001; Singh vd., 2001) tespit edilmiştir. Türkiye'de ~1800 yabancı ot türü mevcuttur (Uluğ vd., 1993). Yabancı ot kaynaklı ürün kaybı yaklaşık %32'dir ve bu kayıp tüm zararın yarısına ulaşmaktadır (Van Wees ve Glazebrook, 2003)

Yabancı ot kontrolünde önemli derecede etki göstermeleri ve çevre dostu olmalarından dolayı günümüzde allelopati konusunun önemi artmaktadır (Yılar, 2007). Farklı birçok bitkinin yabancı ot yönetiminde kullanılabilmesi için allelopatik (engelleme) etkisini keşfetmek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır (Al-Maskri vd., 2004; Farooq vd., 2011; Türkyılmaz Ünal vd., 2017a; Türkyılmaz Ünal vd., 2017b). Tarımsal açıdan allelopatinin daha fazla sürdürülebilirlik (Altieri vd., 1983) ve çevreye dost oluşu açısından değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir (Mamolos ve Kalburtji, 2001).

*Sinapis* cinsi, Cruciferae (Brassicaceae) familyasında yer almaktadır. Bu cinsin ülkemiz florasında *Sinapis alba* L. ve *Sinapis arvensis* L. olmak üzere 2 türü bulunmaktadır ve bu türler tarlalarda doğal yayılış alanlarına sahiptir (Güner vd., 2012). Tursun (1995) Sivas civarında önemli 10 yabancı ot türünü listelemiş ve *S. arvensis*' in listede 5. sırada olduğunu bildirmiştir (Tursun, 1995).



**Şekil 1.1.** Yabani Hardal (*S. arvensis*) bitkisi genel görünümü  
(<http://www.fondazioneterradotranto.it/2012/12/27/lu-sanapuddhu-la-senape-selvatica>)

*S. alba*'nın ise ülkemiz tarım alanlarında sorun teşkil ettiğine dair yapılmış bir çalışma mevcuttur Uludağ ve Demir (1997). KKTC'de *S. alba*'nın, tahıl ekilen alanlarda *Avena sterilis* ile birlikte en yaygın yabancı ot türü olduğu tespit edilmiştir (Nemli vd., 2009).



**Şekil 1.2.** Ak Hardal (*S. alba*) bitkisi genel görünümü  
([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sinapis\\_alba\\_Sturm06037.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sinapis_alba_Sturm06037.jpg))

Son yıllarda yabancı ot kontrolünde yardımcı tarımsal kimyasalların ve allelopatik bitki eksudatlarının kullanımına ilişkin çalışmalar ve araştırma sonuçlarına dayalı uygulamaların arttığı görülmektedir. Yabancı ot mücadelesindeki ilk ve en önemli amaç,



yabancı otların oluşturdukları olumsuz etkileri en aza indirmek ve bu olumsuzlukları ekonomik zarar seviyesinin altında tutmaktır.

Yabancı otlar tarımsal üretimi önemli derecede etkilediklerinden kullanılan kimyasalların dünyada yaklaşık yarısını, ülkemizde ise % 26'sını herbisitler oluşturmaktadır (Delen vd., 2005; Erkin ve Kismir, 1996; Gönen vd., 1996). Herbisitler, kültür bitkilerini yabancı otlara karşı korumada ve bitkisel üretimin sürdürülmesinde önemli rol oynayan ürünlerdendir. Ancak hatalı kullanımlarından kaynaklanan sorunlar nedeniyle herbisit kullanımı zaman zaman sorgulanmaktadır. Son yıllarda farklı herbisit uygulama tekniklerinin bulunması, herbisit dozunun değiştirilmesi-düşürülmesi, tarımda yardımcı kimyasalların kullanılması, herbisitlerin uygulanma zamanının değiştirilmesi ve allelopatik bitki ekstrakt ya da eksudatlarının kullanılması vb. yöntemlere yönelik çalışmalar ve bu araştırma sonuçlarına dayalı uygulamaların arttığı görülmektedir.

Allelokimyasalların üretimi yoluyla doğrudan veya dolaylı olarak zararlı ya da faydalı etkilere neden olan; bitkiler, böcekler ve mikroorganizmalar dâhil olmak üzere canlılar arasında oluşan kimyasal etkileşimlere “allelopati” adı verilir (Putnam, 1985). Allelopati, allelokimyasal maddelerin bitkilerden salınması, buharlaşması, köklerden sızması, yapraklardan süzülmesi veya ölü bitki parçalarının bozulması ile gerçekleşir. Allelopatik bitkilerin bütün kısımları allelokimyasalları barındırmaktadır ancak yapraklar ve kökler en önemli kaynaklardır (Batish vd., 2007; Inderjit ve L, 1999; E. L. Rice, 1984; Rizvi ve Rizvi, 1992; Singh vd., 2003). Bazı durumlarda bir organizma tarafından üretilen bir allelokimyasal bir diğer organizmaya zararlı iken üçüncü bir organizmaya faydalı olabilmektedir. Allelokimyasalların bu özelliği, yabancı otlar ile mücadelede kullanılabilir (Duke vd., 2001; Topal ve Kocaçalışkan, 2006; Vyvyan, 2002).

Bitkinin kendisi tarafından sentezlenen ve sekonder metabolit olan allelokimyasal maddelerin sebep olduğu “allelopati” bitkinin kendisi ve çevresi için önemlidir. Aynı (autotoxicity) ya da farklı (heterotoxicity) türlerde bu maddeler büyüme ve gelişmeyi baskılayıp durdurabildiği gibi tamamen engelleyebilmektedirler. Bitki yaşı, ekoloji, genotip, ışık, nem, sıcaklık, toprak yapısı vb. faktörler büyük öneme sahiptir. Sürdürülebilirlik açısından ise anızlı ya da malçlı nadas, ekim nöbeti gibi yetiştirme tekniklerini kullanmak çok önemlidir. Tarımsal üretimin düzeyi ekoloji, toprak, genotip ve yetiştirme teknikleri göz ardı edildiğinde, bitki besin maddeleri, stres faktörleri,

sıcaklık, nem, bitkinin bıraktığı tohum yatağı ve kök bölgesindeki allelokimyasalların konsantrasyonu tarafından belirlenmektedir (Gürsoy vd., 2013).

Yabancı ot mücadelesinde yalnız allelopatik kimyasal kullanılmak istendiğinde çok fazla miktarda bitki ekstrakt ya da eksudatına ihtiyaç duyulacaktır. Dolayısıyla bu yöntem ekonomik olmayacaktır. Bitki ekstrakt veya eksudatlarının düşük dozda herbisitlerle kullanılması ekonomik ve çevresel zararın düşürülmesi ve dayanıklılık vb. sorunların önlenmesi açısından önem taşımaktadır. Allelopatik etkili ayçiçeği, çeltik, kanola ve kanyaş gibi bitkilerin ekstrakt ve eksudatları bu amaçla yaygın şekilde kullanılmaktadır. Planlı bir şekilde uygulandığında tarımsal zararlıları engellemek, yönetmek ve tarımsal sistemlerin verimliliğini arttırmak konusunda bu yöntemlerin kullanılması oldukça etkilidir. Bu nedenle allelopati, ekin büyümesi ve verim artışının kimyasal ve mekanik seçeneklerinin doğal bir alternatifi olarak kabul edilebilir (Serim vd., 2015).

### **1.1 Allelopati Kavramı**

Allelopatiyi ilk olarak Molisch (1937) "her çeşit bitki ve mikroorganizma arasındaki ilişki" şeklinde tanımlamıştır. Mishustin ve Naumova (1955) yoncanın ardından ekilen pamuğun büyümesini etkileyen ve toprak mikroflorasını bozan toksik maddeler salgılaması konusunda bir rapor yayınlanmıştır. Sonrasında Guenzi vd. (1964) Ranger yoncalarından elde edilen ekstraktların mısır tohumlarının çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Petersen (1965) pamukta çimlenme oranı ve kökçük uzunluğunu yoncadan salgılanan saponinlerin azalttığını saptamıştır. Webster ve Butler (1967) Kanada'da çok geniş ekim alanlarına sahip bitkilerin bitki büyümesi için gereken tüm koşullara sahip olmalarına rağmen yonca ekimi sonrasında cılız büyüyen, yetersiz nodül oluşturan, kısa boylu ve ince yapılı olduklarını, bunun sebebini allelopatiyeye bağlamamakla birlikte toksisitenin sebep olabileceğini ifade etmişlerdir. Heinrichs (1970) de farklı bitkiler üzerinde benzer sonuçlara ulaşmıştır. Jensen (1982) nadas ve iki yıl süreyle yonca yetiştirilmiş tarla toprağını steril hale getirerek yaptığı saksı denemelerinde bu zararın bir mikroorganizmadan kaynaklanmadığını, yoncanın ototoksik bir tür olduğunu saptamıştır. Illinois Üniversitesi'nde yapılan sonraki çalışmalarda yoncadaki ototoksik maddelerin saponinler olduğu bulunmuştur (Miller, 1983). Oleszek ve Jurzysta (1987) yonca gibi çayır üçgülünün de saponin salgıladığını ve bu nedenle buğday çimlenmesi ile fide gelişimini engellediğini belirlemişlerdir. Yonca'nın en az 8

allelkimyasal taşıdığı Miller vd. (1988) tarafından rapor edilmiştir. Bu gelişmelerin ardından yem bitkilerinin allelopatik özelliklerini inceleyen çalışmalar artarak, çok sayıda yem bitkisi allelopatik bitkiler sınıfına konulmuştur. (Gussin ve Lynch, 1981) bazı buğdaygillerin, Macfarlane vd. (1982) ak üçgül ve tüylü fiğın, E. L. Rice (1984) tarla ayriğının, White vd. (1989) kırmızı üçgülün, Bradov ve Connick (1990) iskenderiye üçgülünün allelopatik türler olduğunu belirlemişlerdir.

Allelopati, modern tarımdaki sorunların birçoğunu çözmek için pragmatist bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır. Zararlı yönetimi, örtü bitkiler, stresin hafifletilmesi ve bitki üretiminde büyüme arttırımı için allelopatiyi keşfetmede ürün rotasyonları, malçlama, ürün kalıntı eklenmesi ve su özütleri uygulaması gibi çoklu yaklaşımlar kullanılmaktadır. Allelopati, yabancı otların, böcek zararlılarının ve hastalıkların kontrolünü sağlamak için doğal bir yöntemdir. Sekonder metabolitlerin daha yüksek oranlarda biyosentezi ve bunların stres sinyalizasyonundaki rolü abiyotik streslere karşı mükemmel bir savunma sağlamaktadır. Bitkiler, kimyasal bileşiklerin buharlaşma, sızıntı, köklerden yayılma, bitki artıklarının ayrışması ve çevreye salınması yoluyla diğer bitkileri etkileyebilmektedirler. Yüksek bitkiler sekonder metabolitler açısından büyük bir çeşitlilik barındırmaktadır. Bunların büyük çoğunluğu bitkiler tarafından savunma ve stresten korunma amaçlı kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, yüksek oranda bulduklarında fitotoksik oldukları için bitki bünyesinden uzaklaştırılmalıdırlar (Duke vd., 1991). Zararlı etkilerinden korunmak amacıyla bitkiler tarafından yaşadıkları ortama salınan allelokimyasallar komşu bitkileri ve diğer canlıları direk ya da dolaylı, olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Gülsoy vd., 2008). Bazı bitkiler doğrudan veya dolaylı olarak canlı ya da ölü kısımlardan salınabilen, allelopatik ve fitotoksik etkilere neden olan allelokimyasal bileşikler yoluyla diğer bitkileri olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilirler (Saffari vd., 2010). Bitkilerden çeşitli organlar ile ortama verilen sekonder bileşikler etkileşime girerek komşu bitki topluluklarının çimlenme ve/veya gelişmesine engel olmaktadır. Bu etkinin şekli allelokimyasalların çeşidine ve konsantrasyonuna bağlı olarak farklılık göstermektedir. Fotosentez, solunum, protein sentezi, enzim aktiviteleri, hormon dengesi, gen ekspresyonu gibi önemli metabolik olaylar, ototoksisite ve izolasyon vb. sinerjik veya antagonistik etkiler meydana gelir ve komşu bitkinin gelişimi ve verimi pozitif ya da negatif yönde etkilenir (Karakurt vd., 2010).

### 1.1.1 Allelopati'nin tanımı

Kökeni bilimsel olarak “karşılıklı acı çekmek” anlamına gelen Yunanca kökenli “Allelo” ve “Pathos” kelimelerinin birleşmesiyle oluşan; karmaşık bir mekanizma sergileyen allelopati; bitkide çeşitli organlar vasıtasıyla salgılanan ikincil kimyasalların (Colquhoun, 2006) etkileşime girmesiyle diğer bitkilerin gelişimini azaltması ya da durdurmasına verilen bir isimdir (Lam vd., 2012; Oueslati, 2003; Reigosa vd., 2001). Diğer bir deyişle mikroorganizma ya da bitkilerin ürettiği fitotoksik maddelerin mikro çevreyi etkilemesidir (Temel ve Tan, 2010). Bu etkinin şekli allelokimyasalların çeşidine ve konsantrasyonuna göre değişmektedir. Allelokimyasal etkinliğinin konsantrasyona bağlı olduğu bilinmektedir. Allelokimyasallar, daha yüksek konsantrasyonda inhibe edici etkiye sahipken, düşük konsantrasyonda teşvik edici olabilmektedir. Dahası, yabancı otların çimlenmesini ve büyümesini engellemek için allelokimyasallar birlikte de çalışmaktadırlar (Gürsoy vd., 2013).

Doğada bazı bitkilerin zararlı etkilerinin komşu bitkilerle sınırlı kalmadığı, fungus, bakteri ve omurgalıları da kapsadığı bilinmektedir. Bu nedenle günümüzde allelopati terimi çok daha geniş kapsamda ele alınmakta ve patojen morfogenezi ve omurgalılar üzerine etkilerine de dikkat çekilmektedir (Bell, 1977; Türküsay ve Onoğur, 1996). Bu çalışmaların temelini oluşturan bitkilerin allelopatik potansiyeline ilişkin tespit çalışmaları genellikle laboratuvar ve sera koşullarında yürütülmektedir (Sözeri, 2003).

Yabancı otlar, kültür bitkileriyle besin maddesi, su ve ışık kullanımı suretiyle yarışmakta ve etrafındaki bitkilerin büyüme ve gelişmesi üzerine etki etmektedirler. Rekabet gücündeki farklılıklar bitki büyüme oranı, yetiştirme kapasitesi ve bitki boyu gibi çeşitli özelliklerle ilişkili görünmektedir (Lemerle vd., 1996; Mennan ve Zandstra, 2005). Hem kültür bitkileri hem de yabancı otlarda bulunan allelokimyasallar, suda çözünebilen fitotoksik maddelerdir ve bitkilerin çiçek, gövde, kök, meyve, rizom, salgı bezi, tohum, yaprak ve trikomlar gibi organlarından toprağa karışmaktadırlar (Alam ve Azmi, 1989). Bu nedenle laboratuvar, tarla ve sera koşullarında allelopatik potansiyelin bitki üzerine etkilerini incelemek için çalışmalar yürütülmektedir (Alam ve Azmi, 1989; Bhowmik ve Doll, 1984).

Bitki bünyesinde bulunan allelokimyasallar yapı bakımından çok çeşitlidir ve ortak eylem tarzına sahip değildirler. Bunlar yüksek konsantrasyonlarda uygulandığında stoma salınımları, fotosentez (Einhellig ve Rasmussen, 1979), membran geçirgenliği (Harper ve Balke, 1981), hücre bölünmesi, hormon biyosentezi ve mineral alımı ve taşınması (Rizvi vd., 1992), solunum, protein metabolizması (Kruse vd., 2000) ve bitki su ilişkilerini büyük ölçüde etkilerler (J. Rice, 1984). Bu da önemli miktarda büyüme yavaşlaması ve azalmasına neden olabilir. Allelokimyasallar'ın fitotoksik aktivitesi yabancı otların gelişiminin engellenmesinde önemli bir rol oynar.

### **1.1.2 Allelokimyasallar ve salınma yolları**

Allelokimyasal maddelerin büyük çoğunluğunu fenolik bileşikler, terpenoidler, flavonoidler vb. sekonder metabolitler oluşturmaktadır. 10,000 kadar olduğu düşünülen allelokimyasal maddeler; hayvanlar hariç tüm canlılar (bitki, virüs, mantar ve çeşitli mikroorganizmalar) tarafından üretilir ve etkiledikleri organizmaların gelişmelerini engeller, yavaşlatır veya kesintiye uğratırlar. Bitkilerin kök, gövde, sap, yaprak vb. organlarının ya da bu organlardan salgıladıkları allelokimyasalların çeşitli oranlarda verim kayıplarına sebep oldukları bilinmektedir (Gürsoy vd., 2013).

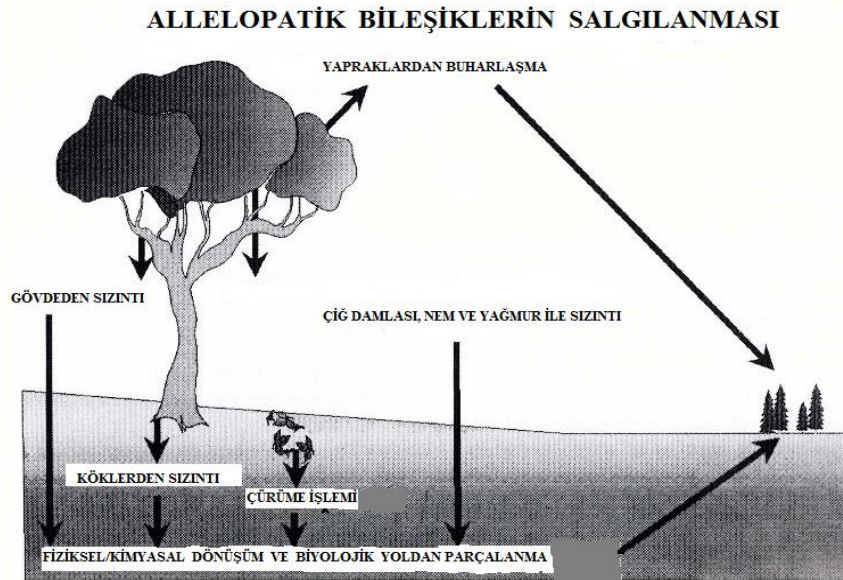
Allelokimyasallar bitki kök ya da yapraklarından çeşitli yollarla salgılanarak toprağa geçebilen ve komşu bitkinin kökleriyle alınıp yapraklarına taşınabilen maddelerdir. Uçucu formdaki bazı allelokimyasallar yapraklardan salınarak yakındaki bitkilerin stomaları tarafından alınırken, geçiş büyük oranda kökler vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Bu allelokimyasal maddeler, kaynak bitkiden hedef bitkiye geçtiklerinde hedef bitkinin tüm biyokimyasal ve fizyolojik süreçlerini etkileyebilmektedir (Kocaçalışkan, 2015).

Allelopatik türler, salgıladıkları kimyasallarla etraflarındaki bitki topluluklarını ve mikroorganizmaları etkiler. Aynı mevsim içinde doğal bitki örtülerinde veya karma bitki ekim alanlarında kısa süreli allelopati olarak meydana gelebildiği gibi, allelokimyasal içeren bitki kalıntılarının toprağa karışmasıyla sonraki mevsimlerde uzun süreli allelopati şeklinde de gerçekleşebilmektedir (Hedge ve Miller, 1990).

Bitkilerde meydana gelen fizyolojik olayları incelerken allelokimyasal maddelerin etkilerini dikkate almak büyük önem taşımaktadır. Allelokimyasalların etki derecesini

kaynak bitkiden salınan allelokimyasal madde miktarından çok hedef bitkinin bünyesine alınan madde miktarı belirlemektedir. Allelokimyasalların biyokimyasal ve fizyolojik etkileri bu maddelerin bitkide mevcut konsantrasyonuna göre değişmektedir. Allelokimyasal maddeler düşük konsantrasyonlarda bitki gelişimini artırırken, yüksek konsantrasyonlarda toksik etki gösterip, bitki büyüme ve gelişimini engellemekte, hatta bitkinin ölümüne sebep olabilmektedirler. Allelokimyasalların yüksek konsantrasyonlarının sebep olduğu strese “allelopatik stres” adı verilmektedir. Allelokimyasalların konsantrasyona bağlı etkileri nedeniyle bitkilerden izole edilen bazı maddelerin antimikrobiyal ve antikanserojen ilaç, foliar gübre, herbisit ve insektisit olarak kullanım potansiyeline sahip olduğu ifade edilmiştir (Kocaçalışkan, 2015).

Sıcaklık, allelokimyasal maddelerin bitkide sentezini ve salgılamasını arttıran en önemli faktördür. Bitki fizyolojisi açısından yaklaşıldığında, besin maddesi, su eksikliği, iyonize ve UV radyasyon, hedef bitkiye yönelik yapılan pestisit uygulamaları, hastalıklar, parazitler, dokuların yaşı ve bitkinin genotipi gibi faktörlerin allelopatik etki bakımından önem taşıdığı saptanmıştır (Gençtan, 2013; Gürsoy vd., 2013). Hücresel ölçekte bakıldığında ise bölünme ve uzamanın yanı sıra, besin maddesi alımı, enzimatik etkinlikler, hücre zarı geçirgenliği, hormon düzeyi, klorofil içeriği, solunum, stoma açıklığı, su ilişkileri ve toprak mikroorganizmaları vb. faktörlerin allelopatinin temel nedenlerinden oldukları çeşitli deneyler sonucunda gözlemlenmiştir (Reigosa vd., 2001).



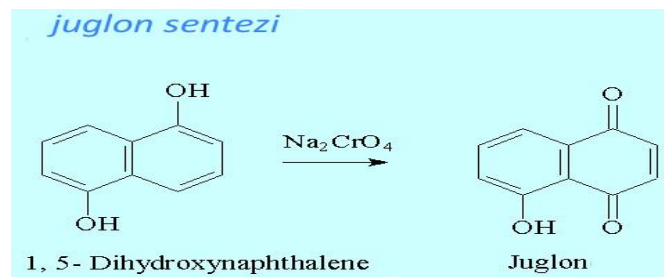
**Şekil 1.3.** Allelokimyasalların salgılanma şekilleri (Narwal, 1994; Singh vd., 2001)

### 1.1.3 Allelopatik etkileşim çeşitleri

Bitkilerdeki allelopatik etkileşim çeşitleri ototoksosite (tür içi toksisite) ve heterotoksosite (türler arası toksisite) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ototoksosite, allelopatik bitkilerin tür içi etkileşim şeklidir ve bir bitkinin salgıladığı allelokimyasalların aynı türden diğer bitkilerin çimlenmesini engellemesi, kesintiye uğratması ya da bitki büyümesini durdurması şeklinde meydana gelir. Heterotoksosite ise, bir bitki türünün başka türden bitkiler üzerinde çimlenmeyi engelleme, büyüme ve gelişimini durdurma ve vejetasyon oranlarını azaltma etkisi şeklinde meydana gelmektedir (Putnam, 1985).

### 1.1.4 Allelopatik etki gösteren bitki türleri

Daha önce yapılan çalışmalar, birçok yabancı ot ve kültür bitkisinin allelopatik etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Juglon, ceviz bünyesinde bulunan ve cevizin allelopatik etkisinden sorumlu olan bir allelokimyasaldır. Siyah cevizin (*Juglans nigra*) bazı bitki türleri üzerindeki engelleyici etkisi allelopatinin en eski örnekleri arasında yer almaktadır. Juglon'un arpa, buğday, domates, fasulye, mısır, salatalık, tere, turp ve yoncada fide büyümesi ve tohum çimlenmesini inhibe ettiği daha önce yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (Terzi ve Kocacedil, 2009). Juglon, *J. nigra* ve diğerleri dahil olmak üzere ceviz (*Juglandaceae*) familyasındaki birçok türden izole edilmiştir (Daglish, 1950; Prativiera vd., 1983). Cevizin meyve, kök ve özellikle de yapraklarında renksiz, toksik olmayan ve hidrojuglon olarak isimlendirilen bir formu vardır. Hidrojuglon, hava veya bazı oksitleyici maddelere maruz kaldığında toksik formuna, yani juglona oksitlenir (Segura-Aguilar vd., 1992). Yağmur yağdığında juglon yapraklardan süzülüp toprağa taşınır. Komşu bitkilerin kökleri de juglonu emerek cevizden etkilenir (Rietveld, 1983). Cevizin hem otsu hem de odunsu bitkiler için toksik etkisinin olduğu bilinmektedir (Funk vd., 1979; Rietveld, 1983).



Şekil 1.4. Juglon sentezi

Amerika'da doğal yayılışa sahip karaceviz ağaçlarının (*Juglans nigra*) altına ekilen yoncaların yağmur sonrası kısa bir süre içerisinde öldükleri, ceviz yapraklarından damlayan suların domateslere verilmesi suretiyle onların da öldükleri, ağaca komşu olan elma ağaçlarının ceviz yakın dallarının ve köklerinin kurudukları, ancak cevizin altında çimlenen çayır otlarının gelişimlerinin çok iyi olduğu Massey (1925) tarafından bildirilmiştir.

Doğada allelopatik potansiyeli yüksek bitkilere örnek olarak arpa, baldıran, çam, ceviz, çınar, kavak, tesbih ağacı, turp ve zakkum söylenebilir (Kocaçalışkan, 2015). Yem bitkileri arasında allelopatik etkisi en yüksek olan tür yonca'dır. Bunun yanı sıra, yonca gibi hem ototoksik hem de heterotoksik bitki türlerine çayır üçgülü, kırmızı üçgül ve tüylü fiğ örnek gösterilebilir. Buğdaygiller familyasından kılçıksız brom, domuz ayrığı, kamışsı yumak ve tek yıllık çim heterotoksik olan türlerdendir. Ericaceae familyasına ait bitki türlerinin bol olduğu ormanlarda genç çam fidelerinin gelişiminin çok zayıf olması veya kuruması da allelopatik davranışın bir örneği olarak gösterilebilmektedir.



**Şekil 1.5.** Allelopatinin genel görünümü (Anonymous, 2013)

Yoncadan elde edilen allelopatik maddelerin buğday çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisi olduğu Guenzi vd. (1964) tarafından bildirilmiştir. Alam ve Azmi (1989), yapışkan otunun kök, gövde, tohum, yaprak, rizom, çiçek ve meyve ekstraktlarının buğday kültür bitkisi üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında yaprak ekstraktlarının kök gelişimini yavaşlattığı ve azalttığı ancak, tohum çimlenmesi ve gövde gelişimini etkilemediğini ifade etmişlerdir.



Karaaltın vd. (2004)'nin yaptığı bir çalışmada, zakkumun fasulye çimlenmesi ve fide gelişiminde engelleyici etkisinin bulunduğu, en fazla allelopatik etkiye zakkumun tomurcuk ekstraktlarının sahip olduğu saptanmıştır. Zakkum ekstraktları fasulyenin aksine buğday tohum çimlenmesi üzerine olumlu etki göstermiştir. Buğday tohumunda en fazla olumsuz etkinin zakkum kök ekstraktları ile meydana geldiği görülmüştür. Ayrıca zakkumun allelokimyasallarına fasulyenin buğdaydan daha duyarlı olduğu tespit edilmiştir.

Çevresindeki yabancı otların gelişimini önleyen ve allelopatik potansiyeli yüksek olan *Nepeta meyeri*'nin hangi allelokimyasalları içerdiğini saptamak amacıyla yapılan bir çalışmada, allelokimyasal içeriği daha önceden tespit edilmiş *Achillea*, *Artemisia* ve *Eucalyptus* vb. bitkilerle kıyaslanmıştır. Ortak olarak trans-pinocarveol taşıdıkları bulunmuştur. Daha sonra trans-pinocarveol'ün *Avena fatua* (monokotil) ve *Sinapis arvensis* (dikotil) yabancı otlarının çimlenmesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Farklı konsantrasyonlarda Trans-pinocarveol'e maruz kalan *A. fatua* ve *S. arvensis* tohumlarında konsantrasyon artışına paralel şekilde çimlenme ve fide gelişiminde önemlilik derecesinde ( $P<0.01$ ) azalma gözlenmiştir (Üremiş ve Gökalp, 2015).

Lamiaceae familyası aromatik türleriyle bilinmekte olup dünyada 200 cinsi 3200 türü olan ve hemen hemen her habitatta yetişebilen dikotil bitki familyasıdır. Ülkemizde Ballıbabagiller olarak da bilinen bu familyadan olan bitkiler monoterpen, diterpen ve sesquiterpenler açısından oldukça zengindir. İçeriklerinin büyük bir kısmı aromatik ve uçucu nitelikte olan Lamiaceae familyasının farklı türleriyle yapılan çalışmalarda türlerin çoğunun allelopatik etkiye neden oldukları; tohum çimlenmesini, fide büyümesi ve gelişimini etkiledikleri belirlenmiştir (Basile vd., 2011). Ülkemizde farklı bölgelerde yayılma alanları olan Lamiaceae familyasına ait *Melissa officinalis* türünden elde edilen uçucu yağların biyoherbisit olarak kullanılabilme potansiyelini araştırmak için yapılan çalışmada, türden elde edilen uçucu yağlar *Amaranthus retroflexus* tohumlarına 0.1, 0.2, 0.4 ve 0.8  $\mu\text{L}/\text{mL}$  konsantrasyonlarında uygulanmış ve çimlenen tohumların gövde uzunlukları ölçülerek söz konusu bitkinin büyüme ve gelişmesine olan etkisi tespit edilmiştir (Görmez vd., 2016).

Lavanta'nın sulu ekstraktlarının tohum çimlenmesi, radikula ve plumula uzunluğu üzerine allelopatik etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada *L. angustifolia*'nın

yaprak ve tohum özütlerinin konsantrasyon artışına bağlı olarak *buğday* tohum çimlenmesini azaltırken, *fasulye* tohumunun çimlenmesini artırdığı, radikula-plumula uzunlukları için de engelleyici ve uyarıcı etkiler yaptığı bulunmuştur. Bu çalışmayla *L. angustifolia*'nın yaprak ekstraktında çözünebilir allelokimyasaları içerdiği, buğday ve fasulye tohumları üzerinde lavanta ekstratlarının farklı allelopatik etkilere sahip olması nedeniyle benzer bitki ekstraktlarının tarımda çeşitli amaçlarla kullanılabilceği sonucuna varılmıştır (Kuru vd., 2015).

Serim vd. (2105) ekstraktları ve eksudatları kullanılabilen bazı önemli allelopatik bitkileri akasya (*Acacia nilotica* (L.) Willd.), ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), beyaz dut (*Morus alba* L.), beygir semizotu (*Trianthema portulacastrum* L.), buğday (*Triticum aestivum* L.), çeltik (*Oryza sativa* L.), kanola (*Brassica napus* L.), kanyaş (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), mango (*Mangifera indica* L.), okaliptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.), süpürge darısı (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) ve yalancı tespih ağacı (*Azadirachta indica*, A. Juss), olarak sıralamıştır.

**Çizelge 1.1.** Bazı allelopatik bitkiler ve bu bitkilerde bulunan allelopatik maddeler ile allelopatikleri (Batish vd., 2001; Colquhoun, 2006; Kohli vd., 1997; Lam vd., 2012; Mamolos ve Kalburtji, 2001; Narwal, 1994; Oueslati, 2003; Perez, 1990; Reigosa vd., 2001; Singh vd., 2001)

Bitki	Allelopatik Maddeler	Allelopatikleri
<b>Ekmeklik buğday</b> ( <i>Triticum aestivum</i> L.)	Fenolik asitler, Terpenoidler, Alkaloidler, Kumarinler, Taninler, Flavonoidler, Steroidler, Kinonlar, Benzoksazinonlar, 4-benzoksazin-3-1 (DIMBOA), 2-dihidroksi-1, 4-benzoksazin-3-1, Hydroxamic acid, 2-hydroxy-1, 4-benzoksazin-3-1 (HBOA), 2-hydroxy-7-methoksi, 4-benzoksazin-3-1(HMBOA), 2,7-dihidroksi-1, 4-benzoksazin-3-1 (DHBOA), Trans-feruik asit, $\beta$ -phenyl laktik asit, $\beta$ -Hidroksibutirik asit, Alifatik Asitler, Skopoletin, Basit asitler	Monokültür, <i>Avena sativa</i> , <i>Brassica oleraceae</i> L.var. <i>capitata</i> , <i>Gossypium hirsutum</i> , <i>Helianthus annuus</i> <i>Lactuca sativa</i> , <i>Oryza sativa</i> , <i>Papaver</i> spp., <i>Phaseolus vulgaris</i> , <i>Pisum sativum</i> , <i>Raphanus sativus</i> , <i>Trifolium incarnatum</i> , <i>Trifolium subterraneum</i>
<b>Makarnalık buğday</b> ( <i>Triticum durum</i> Desf.)	Fenolik asitler, Terpenoidler, Alkaloidler, Kumarinler, Taninler, Flavonoidler, Steroidler, Kinonlar, Benzoksazinonlar, 4-benzoksazin-3-1 (DIMBOA), 2-dihidroksi-1, 4-benzoksazin-3-1, Hydroxamic acid, 2-hydroxy-1, 4-benzoksazin-3-1 (HBOA), 2-hydroxy-7-methoksi, 4-benzoksazin-3-1(HMBOA), 2,7-dihidroksi-1, 4-benzoksazin-3-1 (DHBOA), Trans-feruik asit, $\beta$ -phenyl laktik asit, $\beta$ -Hidroksibutirik asit, Alifatik Asitler, Skopoletin, Basit asitler	Monokültür, <i>Gossypium hirsutum</i> , <i>Helianthus annuus</i> , <i>Papaver</i> spp.

**Çizelge 1.1.(Devam)** Bazı allelopatik bitkiler ve bu bitkilerde bulunan allelopatik maddeler ile allelopatikleri (Batish vd., 2001; Colquhoun, 2006; Kohli vd., 1997; Lam vd., 2012; Mamolos ve Kalburtji, 2001; Narwal, 1994; Oueslati, 2003; Perez, 1990; Reigosa vd., 2001; Singh vd., 2001)

<b>Yonca</b> ( <i>Medicago sativa</i> L.)	Fitotoksik fenolik asitler, Saponin, Medikarpin, 4-Methoxi medikarpin, Medikagenik asit, Kanavanine, Klorogenik asit, Glukozid, Hederagenin monoglikozit, Medikagenik asit Glikozitler, Glukuronik asit, Zannik asit tridesmozit	Monokültür, <i>Cucumis sativus</i> , <i>Helianthus annuus</i> , <i>Gossypium hirsutum</i> <i>Papaver</i> spp., <i>Solanum</i> spp., <i>Triticum</i> spp.
<b>Çeltik</b> ( <i>Oryza sativa</i> L.)	Fenolik asitler, 2,4-dihydroxy-2H-1, 4-benzoksazin-3-1 (DIBOA), DIMBOA, Phitotoksin, Propiyonik asit, Bütirik asit, Benzoik asit, Siringik asit, Vanillik asit, Ferulik asit, 0-Hidroksi Fenil Asetik asit	Monokültür, <i>Helianthus annuus</i> , <i>Triticum aestivum</i>
<b>Arpa</b> ( <i>Hordeum vulgare</i> L.)	Hordenine, Gramine, Ferulik asit, Salisilik asit, Skopoletin, DIBOA, İndolalkilamin	Monokültür, <i>Helianthus annuus</i> , <i>Medicago sativa</i> , <i>Trifolium</i> spp.
<b>Çavdar</b> ( <i>Secale cereale</i> L.)	Fenolik asitler, β-Fenil Laktik asit, β-Hidroksibütirik asit, 2,4-Dihidroksi-1, 4(2H)-Benzoksazin-3-1(DIBOA), 2(3H)-Benzoksazolinon (BOA)	Monokültür, <i>Helianthus annuus</i> , <i>Hordeum vulgare</i> , <i>Medicago sativa</i> , <i>Panicum miliaceum</i> , <i>Trifolium</i> spp.
<b>Soya</b> ( <i>Glycine max</i> (L.) Merr.)	Fenolik asitler	Monokültür, <i>Helianthus annuus</i> <i>Medicago sativa</i> , <i>Triticum</i> spp., <i>Tritikale</i> , <i>Zea mays</i>
<b>Sorgum-Kocadarı</b> ( <i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench.)	Gallik asit, Protokateuik asit, Siringik asit, Vanillik asit, p-Hidroksibenzoik asit, p-kumarik asit, Benzoik asit, Ferulik asit, m-kumarik asit, Kafeik asit, Dhurrin, Sorgolene, Siyanogenetik glikozidler, p-hidroksibenzaldehid, Sorgoleone, Kuinolin	Monokültür, <i>Glycine max</i> , <i>Helianthus annuus</i> , <i>Medicago sativa</i> , <i>Triticum aestivum</i>
<b>Ayçiçeği</b> ( <i>Helianthus annuus</i> L.)	Klorogenik asit, İzoklorogenik asit, α-Naftol, Skopolin, Annuiononlar, Tambulin, Kukulkanin B, Helianon A-C, Guaianolidler, Germakranolidler, Heliangolid, Melampolid 16, Cis- Germakradienolid 14, Kaffeoyliquinik asit	Monokültür, <i>Glycine max</i> , <i>Sorghum</i> spp., <i>Triticum</i> spp.,
<b>Şeker pancarı</b> ( <i>Beta vulgaris</i> L.)	Fusarik asit	Monokültür, <i>Gossypium hirsutum</i> , <i>Helianthus annuus</i> <i>Triticum</i> spp.,

**Çizelge 1.1. (Devam)** Bazı allelopatik bitkiler ve bu bitkilerde bulunan allelopatik maddeler ile allelopatikleri (Batish vd., 2001; Colquhoun, 2006; Kohli vd., 1997; Lam vd., 2012; Mamolos ve Kalburtji, 2001; Narwal, 1994; Oueslati, 2003; Perez, 1990; Reigosa vd., 2001; Singh vd., 2001)

<b>Keten (Lif)</b> ( <i>Linum usitatissimum</i> L.)	Benzilamin	Monokültür, <i>Beta vulgaris</i>
<b>Yulaf</b> ( <i>Avena sativa</i> L.)	Hydroxamic acid, Skopoletin, L–triptofan	Monokültür, <i>Beta vulgaris</i> , <i>Medicago sativa</i> , <i>Trifolium spp</i>
<b>Tütün</b> ( <i>Nicotiana rustica</i> L.) <b>Nohut</b> ( <i>Cicer arietinum</i> L.)	Skopolin, Kaffeoilykuinik asit	Monokültür, <i>Helianthus annuus</i>
<b>Mısır</b> ( <i>Zea mays</i> L.)	Fenolik asitler, Hidroksiamik asit, DIBOA	Monokültür, <i>Beta vulgaris</i> , <i>Glycine max</i> , <i>Helianthus annuus</i> , <i>Oryza sativa</i> , <i>Triticum aestivum</i> ,
<b>Kolza, Yağ şalgamı, Hardal</b> ( <i>Brassica spp.</i> )	Fenolik asitler, Alil ve Benzil izotiyosiyanat	Monokültür, <i>Allium spp.</i> , <i>Hordeum vulgare</i> <i>Panicum miliaceum</i> , <i>Triticum spp.</i> , <i>Vigna radiata</i> ,
<b>Üçgül</b> ( <i>Trifolium sp.</i> )	İzoflavonoidler, Fenolikler	Monokültür, <i>Helianthus annuus</i>
<b>Dalhdarı</b> ( <i>P. glaucum</i> L.) <b>Börülce</b> ( <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.) <b>Çim</b> ( <i>Lolium multiflorum</i> L.)	Fenolik asitler	Monokültür, <i>Helianthus annuus</i>
<b>Pamuk</b> ( <i>Gossypium hirsutum</i> L.)	Fenolik asitler, Gossipol	Monokültür, <i>Hordeum vulgare</i>

Allelopatik bitki eksudatları suyla elde edilirken, ekstraktları genellikle su ile bazen etil alkol, metil alkol ve hekzan gibi solventlerle de kullanılabilirler (Serim vd., 2015).

### 1.1.5 Ayçiçeğinin allelopatik etkisi

Ayçiçeğinin yüksek allelopatik aktivitesi oldukça iyi bilinmektedir ve ayçiçeği malç kullanımının özellikle organik tarımda yabancı ot yönetimi için alternatif bir strateji olduğu düşünülmektedir. Organik tarım sistemi zararlılarla mücadelede toprak, çevre, bitki, hayvan ve insan sağlığını korumayı amaçlamaktadır (Demiryürek, 2011; Yolcu vd., 2008). Bunu yaparken tarım ilaçları, sentetik gübre, bitki büyüme düzenleyicileri vb.

maddeleri kullanmayı yasaklamakta ya da önemli ölçüde sınırlandırmaktadır (Demiryürek, 2011).

Bitki ekstrakt ve eksudatlarının yabancı otlar üzerindeki etkileri ekstrakt ve uygulandığı yabancı ota bağlı olarak ~ % 50 seviyesindedir (Cheema ve Khaliq, 2000). İki veya daha fazla bitki ekstraktının birlikte kullanımının yabancı otlar üzerindeki etkisini arttırdığı tespit edilmiştir (Duke vd., 2001). Cheema vd. (2003) yapmış oldukları çalışmalarda ayçiçeği, kanyaş ve okalıptus karışımlarının yabancı ot gelişimini % 70'in üzerinde engellediğini belirlemişlerdir. Farklı kültür bitkileri ile değişik alanlarda yapılan çalışmalar da benzer sonuçlar vermektedir. Miri ve Armin (2013) yaptıkları çalışmada, buğdayda yabancı ot sorununu çözebilmek amacıyla ayçiçeği, aspir, sorgum ve şeker pancarı sulu ekstraktlarının karışımlarını azaltılmış dozlarda *diclofopmethyl* ve *tribenuron methyl*'le birlikte uygulamışlardır (Miri ve Armin, 2013). Çalışma sonucunda, bu tip birlikte kullanımın yabancı ot kontrolünde daha etkili olduğunu ve verim artışına neden olduğunu belirlemişlerdir.

#### **1.1.6 Buğdayın allelopatik etkisi**

Buğday (*T. aestivum*), insan kültürü ve medeniyetinde çok derin köklü bir bitkidir. Buğday bitkisi gıda, yem ve çeşitli yan ürünler sağlaması açısından dünyanın en önemli bitkileri arasında yer almaktadır. Ayrıca küresel ekonomi ve gıda güvenliği gibi konularda büyük rol oynamaktadır (Langrell vd., 2015).

Poaceae familyasından olan arpa, buğday ve çavdar güçlü bir allelopatik etkiye sahiptir. Buğdayda bulunan en önemli allelokimyasallar benzoksazinoidler ve fenolik bileşiklerdir (Jabran, 2017). Buğday, diğer bitkilere karşı kuvvetli allelopatik etkinliğe sahip olan bitki türlerinden biridir (Macías vd., 2007). Lodhi vd. (1987), buğdayda fenolik bileşiklerin varlığını ve buğday ekstraktlarının turp, pamuk ve buğday'ın çimlenmesi ve büyümesi üzerindeki fitotoksik etkilerini incelemiştir. Kanada'daki bir araştırma, buğday samanını toprak yüzeyine uygulayarak veya toprağa karıştırarak kış buğdayının alelopatik aktivitesini değerlendirmiştir (Opoku vd., 1997). Flood ve Entz (2009)'in çalışmasında buğday bitkilerinden alelopatik özlerin uygulanmasıyla yabancı otların çimlenmesinin (*Setaria viridis* L. ve *Amaranthus retroflexus* L.) önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Avustralya'da yapılan çalışmalarda da buğday çeşitlerinin, içerisinde

allelopatik ototoksisite barındırdığı bildirilmiştir (Zhang vd., 2007) Bir başka araştırmada, buğdayın *Lolium rigidum* bitkisinin büyümesi (özellikle kök büyümesi, kök alanı ve uzunluğu) üzerinde önemli derecede olumsuz bir etkisinin olduğu gözlemlenmiştir (Li vd., 2011). Hindistan'daki bir çalışmada ise buğday samanının *Lolium perenne* L.'ye karşı fitotoksik etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Al Hamdi vd., 2001).

Cheema vd. (1988) sulu buğday anız ekstraktlarının tarla sarmaşığının büyüme ve gelişmesinde inhibe edici bir etkisinin olduğunu ifade etmiştir. Daha önce yapılan araştırmalar, buğday samanı özütünün, mısır fidanları üzerinde toksik etkilere sahip fenolik bileşikler içerdiğini göstermiştir. Bu etkilerin büyük olasılıkla, ferulik asit, kumarik asit, vanillik asit ve hidroksil benzoik asit gibi fenolik bileşiklerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Dias, 1991; Weih vd., 2008).

Allelokimyasal bileşikler salgılayan buğday (*Triticum aestivum* L.) gibi münavebe bitkileri ya da baskılayıcı bitkilerin, hem kendi türleri, hem de diğer bitkiler üzerinde olumsuz etkilere yol açtığı saptanmıştır (Saffari vd., 2010). Temel besin kaynağımız olan ekmeklik buğday'ın, dikotil bazı yabancı otlar ve kültür bitkilerine allelopatik etki gösterdiği belirlenmiştir. Buğday samanının kendisinden sonra ekilen bitkide %16,8 ila %90,0'a kadar kayıplara neden olabileceği, % 2.0-4.0 nem ve 5,7-8 toprak asitliğinde samanından ve BB genomundaki kromozomlarında tespit edilen genlerden kaynaklanan (Zuo vd., 2005) allelopatiden dolayı sonraki bitkilerin çimlenme ve gelişimini güçlü bir şekilde engelleyeceği ya da önemli derecede gerilemeye uğratacağı tespit edilmiştir (Lam vd., 2012; Oueslati, 2003).

Bol yağış alan yörelerde monokültür buğday yetiştiriciliğinin anızlı veya malçlı nadasa göre allelopatik etki nedeniyle verimi çok azalttığı, polikültür yapılması halinde baklagil, kolza, patates, şeker pancarı, yazlık yağ bitkileri ve yazlık tahıllar için önerilen ön bitki olduğu bildirilmektedir (Könnecke, 1976).

Yakın tarihli araştırmalar, toprak mikrobik toplulukları ile buğdayın allelopatik aktivitesi arasında olumlu bir geribildirim olduğunu da göstermektedir (Zuo ve Zhao, 2014) Buğdayın allelopatik potansiyeli yabancı ot yönetimine katkı sağlayabilir (Wu vd., 2003).



**Şekil 1.6.** Ekmeklik buğday (*T. aestivum*) anızının, ardındaki bitkinin çıkış gücünü zayıflatması

## 1.2 Herbisitler

Yabancı otların gelişimini inhibe eden ya da onları öldüren kimyasal maddelere herbisit adı verilir. Herbisitler uygulama dönemlerine göre preblant (ekim öncesi), preemergence (çıkış öncesi) ve postemergence (çıkış sonrası) olmak üzere üç sınıfta toplanmaktadır. Herbisitler, tarım alanlarında yabancı otlarla mücadelede yaygın olarak kullanılan kimyasal yöntemlerdendir. Etki mekanizmaları dikkate alındığında, fotosentez engelleyiciler (triazin vb.), solunum engelleyiciler (dinitrofenol vb.), mitoz bölünme engelleyiciler (karbamat vb), çimlenmeyi engelleyiciler (anilin vb.) olarak sınıflandırılırlar. Bitki bünyesinde taşınımına göre ise başlıca iki grupta toplanırlar (kontakt etkili taşınmayan ve sistemik etkili taşınan herbisitler). Ayrıca, kullanım amaçları göz önünde tutulduğunda toprak üstündeki tüm bitkileri öldüren (total) ve hedef bitkilerin öldürülmesinde kullanılan (seçici, selektif) herbisitler olarak gruplandırılmaktadırlar (Baydar, 2016).

Herbisitler uygulama esnasında yaşanabilen sürüklenme nedeniyle çevre üzerine olumsuz etkilerde bulunabilecekleri için en riskli tarımsal kimyasalları oluşturmaktadır. Uygulama sonrası şiddetli yağışların olması durumunda herbisitlerin bazıları suda çözünebilmekte ve toprağın derin katmanlarına geçebilmektedir. Toprak partiküllerine bağlanan herbisitlerde ise su ile birlikte hareketle uygulama alanının dışına çıkabilmektedir (Arora vd., 2003; Başaran ve Serim, 2010; McDaniel vd., 2008; Reichenberger vd., 2007).

Vianello vd. (2005) herbisitlerin su kaynaklarına karışırca, su kalitesini değiştirebileceğini ve sucul ekosistemlerdeki habitatları negatif yönde etkileyebileceğini bildirmiştir. Herbisitler uygulandıkları tarım arazilerinde uzun srelerde parçalanmadan kalabilir, ekim nöbeti bitkilerinde ciddi verim kayıpları doğurabilirler (Serim ve Maden, 2014). Etki mekanizması benzer herbisitlerin ekim nöbeti uygulanmadan kullanılması ve yabancı otların çoğunda dayanıklılık problemi meydana getirmesi nedeniyle yabancı ot mücadelesinde alternatif yöntemlerin geliştirilmesi gerekli olmuştur (Beckie, 2006).

Bitkisel retim sürdürülmesinde önemli koruma ürünleri olmasına rağmen, hatalı kullanımları nedeniyle herbisitler zaman zaman sorgulanmaktadır. Son yıllarda herbisit konsantrasyonunun düşürülmesi, yardımcı tarımsal kimyasalların kullanılması, uygulama zamanlarının değiştirilmesi ve allelopatik etkinliğe sahip bitki ekstraktlarının kullanılması gibi yeni tekniklerin geliştirilmesiyle yabancı ot mücadelesine yönelik çalışmalar ve bu çalışmalar sonucu elde edilen verilere göre uygulamalar artmaktadır.

Herbisitlerin verebileceği zararlardan dolayı önerilen dozun düşürülmesi için son yıllarda herbisitler allelopatik bitki ekstraktları ile birlikte kullanılmaya ve bitkilere birlikte uygulanmaya başlanmıştır. Bitkilerin iek, kök, gövde ve yapraklarından salgılanan allelokimyasalların yabancı otların çimlenme ve çıkışını engelleyici ya da gelişimini geriletici etkisi bulunmaktadır. Allelopatik bileşikler, bitkilerin ikincil metabolitleridir ve güçlü etkileri nedeniyle yabancı ot mücadelesinde kullanım potansiyelleri yüksektir (Shahid vd., 2006). Bu maddelerin kullanımı ile yabancı ot mücadelesinin evre üzerine oluşturacağı negatif etkiler çok sınırlı olacağından allelopati, evre dostu bir yabancı ot kontrol yöntemi olarak görülmektedir (Mushtaq vd., 2010).

Yapılan alışmalar; allelopatik bitki ekstraktlarının, herbisitlerin azaltılmış dozlarıyla birlikte kullanımının belirtilen sorunları minimize ederek, yabancı ot kontrolünde oldukça başarılı bir yöntem sağladığını göstermektedir.



**Çizelge 1.2.** Düşük dozlarda Pendimethalin ile allelopatik ekstrakt karışımlarının birlikte kullanımının ayçiçeği verimine etkisi (Awan vd., 2009)

Ekstrakt/Herbisit Karışımı	Doz	Verim (kg ha <sup>-1</sup> )
Yabancı otlu kontrol		1.788
Sorgaab+ayçiçeği (Erken çıkış-sonrası)	18 l ha <sup>-1</sup> + 18 l ha <sup>-1</sup>	2.223
Sorgaab+ayçiçeği (Erken çıkış-sonrası)	15 l ha <sup>-1</sup> + 15 l ha <sup>-1</sup>	2.045
Pendimethalin (Çıkış öncesi)	825 ml ha <sup>-1</sup> (Tavsiye dozu)	2.528
Pendimethalin (Çıkış öncesi)	413 ml ha <sup>-1</sup>	2.350
Sorgaab+ayçiçeği+pendimethalin	18 l ha <sup>-1</sup> + 18 l ha <sup>-1</sup> + 413 ml ha <sup>-1</sup>	2.653
Sorgaab+ayçiçeği+pendimethalin	15 l ha <sup>-1</sup> + 15 l ha <sup>-1</sup> + 413 ml ha <sup>-1</sup>	2.613

Asetolaktat sentaz (ALS; EC 4.1.3.18 veya asetohidroksi asit sentaz; AHAS) valin, lösin ve izölösin gibi dallanmış-zincir yapısındaki aminoasitlerin biyosentezindeki ilk basamağı oluşturması nedeniyle bitki ve mikroorganizmalarda büyük öneme sahiptir. İmidazolinonlar (IMI), pirimidiniloksibenzoatlar (POB), sülfonilüre (SU), triazolopirimidinler (TP), sulfonilamino-karbonil-triazolin (SCT) sınıfı farklı kimyasal yapıdaki herbisitlerin hedefi ALS enzimleridir (Corbett ve Tardif, 2006; Heap, 2014; Royuela vd., 1998). Bu nedenle, bu herbisitler "ALS-inhibitörü herbisitleri" olarak isimlendirilmektedir. ALS-inhibe edici herbisitler son zamanlarda dünyada çeşitli ekinlerin yabancı ot mücadelesinde yaygın biçimde kullanılmaktadır. Yoğun ve kalıcı kullanımlar, yabancı otların ALS herbisitlerine hızla direnç kazandırmıştır. Etken maddesi sülfonilüre (SU) olan Tribenuron-metil kışlık hububat yetiştirmede geniş yapraklı yabancı otların kontrolünde en yaygın ve sürekli kullanılan herbisittir (Jing Han vd., 2012). Tribenuron-metil, yabancı ot kontrolünde üstün etkililiği, düşük kalıntı miktarı ve hayvanlara düşük toksisitesi nedeniyle tercih edilen bir sülfonilüre herbisittir (FAO, 2002).

Gromstor Tribenuron-metil içeren, ülkemizde buğday tarlalarında yabancı ot kontrolünde yaygın şekilde kullanılan ticari bir herbisittir. Yabancı hardal yabancı otu için önerilen dozu 1 g.da<sup>-1</sup>'dir.

Bu çalışmada ayçiçeği (*Helianthus annuus*) ve buğday (*Triticum aestivum*) kök eksudatlarının yabancı hardal (*Sinapis arvensis* L.) ve akhardal (*Sinapis alba* L.) yabancı otlarının çimlenmesi ve fide gelişimleri üzerine allelopatik etkileri incelenmiştir.

## BÖLÜM II

### MATERYAL VE METOT

#### 2.1 Bitkisel Materyal

##### 2.1.1 Bitkisel materyalin temini ve tayini

Yabani hardal (*Sinapis arvensis* L.) tohumları İmamaoğlu ilçesindeki (Adana) tarlalardan toplanmış ve Flora of Turkey ve the East Aegean Islands'a göre tayin edilmiştir (Davis, 1965). Akhardal (*Sinapis alba* L.) tohumları Mersin Kemal Cuce Tarım Nakliye Gıda İnfaat Ticaret Sanayi Limited Şirketi'nden satın alınmıştır.

Ayçiçeği (*Helianthus annuus*) ve buğday (*Triticum aestivum*) tohumları Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

Ayçiçeği ve buğday bitkileri kök eksudatlarının *S. arvensis* ve *S. alba* türlerinin tohum çimlenmesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla petrilere ve fide gelişimi ile biyokimyasal-fizyolojik parametreler üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla saksılarda denemeler yürütülmüştür. Ayçiçeği ve buğday kök eksudatları Kroschel (2001) metoduna göre yapılmıştır. Bu yöntemle göre 8 haftalık olan ayçiçeği ve buğday bitkilerinden 20 ve 40 fide sökölerek kök bölgesindeki topraklar temizlenmiştir. Bir beherde 100 ml distile suda, her bir bitkiden 20 ya da 40 fide içine konarak 3 gün bekletilmiş ve elde edilen eksudatlar denemelerde kullanılmıştır.

Aynı zamanda allelopatik etkisinin karşılaştırılabilmesi ve biyoherbisit potansiyelinin araştırılması için akhardal ve yabani hardal yabancı otlarının kimyasal kontrolünde yaygın kullanılan bir herbisit olan Gromstor'un önerilen dozu (1g.da<sup>-1</sup>) ve önerilen dozunun iki katı (2g.da<sup>-1</sup>) uygulanmıştır.



**Fotoğraf 2.1.** Kök eksudatlarının eldesinde kullanılan ayçiçeği bitkisinin genel görünümü



**Fotoğraf 2.2.** Kök eksudatlarının eldesinde kullanılan buğday bitkisinin genel görünümü

### 2.1.2 *Sinapis arvensis* ve *Sinapis alba* yabancı otlarının yetiştirme koşulları, deneme deseni ve örnekleme

Deneme, rastgele deneme deseninde 3 tekrarlı olarak kurulmuştur. Saksı denemeleri için ekimler torf bulunan 28 x 15 cm saksılarda açılan her yuvaya 3 adet tohum bırakılarak gerçekleştirilmiştir. Tohumlar sabit nem (% 50 ± 5), 16: 8 fotoperiyot ve 23 ± 2 C° sıcaklıkta gün aşırı sulanarak çimlenmeye bırakılmıştır. Fideler 20 günlük olduklarında ayçiçeği ve buğday ekstraktları (20 fide.100mL<sup>-1</sup> distile su ve 40 fide. 100mL<sup>-1</sup>) ile herbisit (1g.da<sup>-1</sup> ve 2g.da<sup>-1</sup>) foliar yolla uygulanmıştır. Fideler 30 günlük olduklarında morfolojik parametrelerin ölçümleri ile fizyolojik ve biyokimyasal analizlerin yapılması için toplanmıştır.



**Fotoğraf 2.3.** Tohum ekim aşaması

## 2.2 Morfolojik Parametrelerin Ölçülmesi

### 2.2.1 Tohumların çimlenme yüzdeleri ve çimlenme sürelerinin belirlenmesi

Tohumların sağlam, dolgun görünümlü ve eş büyüklükte olanları seçilmiştir. Çimlenme testi ISTA kuralları (Hampton, 1993)'na göre yapılmıştır. Deneyle 100 x 20 mm çapında cam petrielerde (her grup için 4 petri x 25 tohum olacak şekilde) sabit nem (% 50 ± 5), 16: 8 fotoperiyot ve 23 ± 2 C° sıcaklık altında bitki büyütme odasında gerçekleştirilmiştir. Çimlenme için radikulanın belirgin derecede testadan çıkması temel alınarak, değerler sabitlenip fide oluşana kadar çimlenme süreleri ve çimlenme yüzdelerini belirleme işlemi sürdürülmüştür. Çimlenme oranı, indeksi ve süresinin hesaplanmasında aşağıda verilen parametreler kullanılmıştır (Akıncı ve Akıncı, 2011; Al-Maskri vd., 2004; Jalink ve Van Der Schoor, 2000; Li vd., 2007).

$$\text{Çimlenme Oranı (ÇO) (\%)} = (G/T) \times 100$$

$$\text{Çimlenme İndeksi (Çİ)} = (1. \text{ günde } \text{ÇO}/\text{Dt1}) + (2. \text{ günde } \text{ÇO}/\text{Dt2}) + \dots + (n. \text{ günde } \text{ÇO}/\text{Dtn})$$

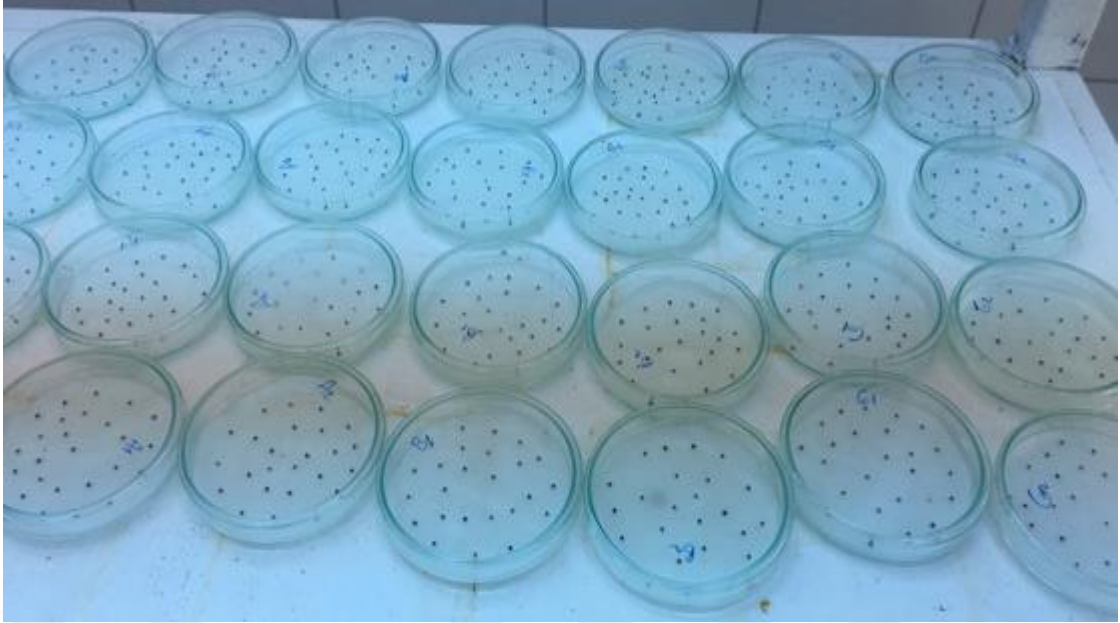
$$\text{Ortalama Çimlenme Süresi (OÇS) (gün)} = [(1.\text{günde } G \times 1. \text{ gün}) + (2. \text{ günde } G \times 2.\text{gün}) + \dots + (n.\text{günde } G \times n.\text{gün})] / \text{Toplam } G$$

$$\text{Yarı Çimlenme Süresi (YÇS)} = \text{Çimlenen tohumların } \% 50\text{'sinin çimlenmesi için geçen süre}$$

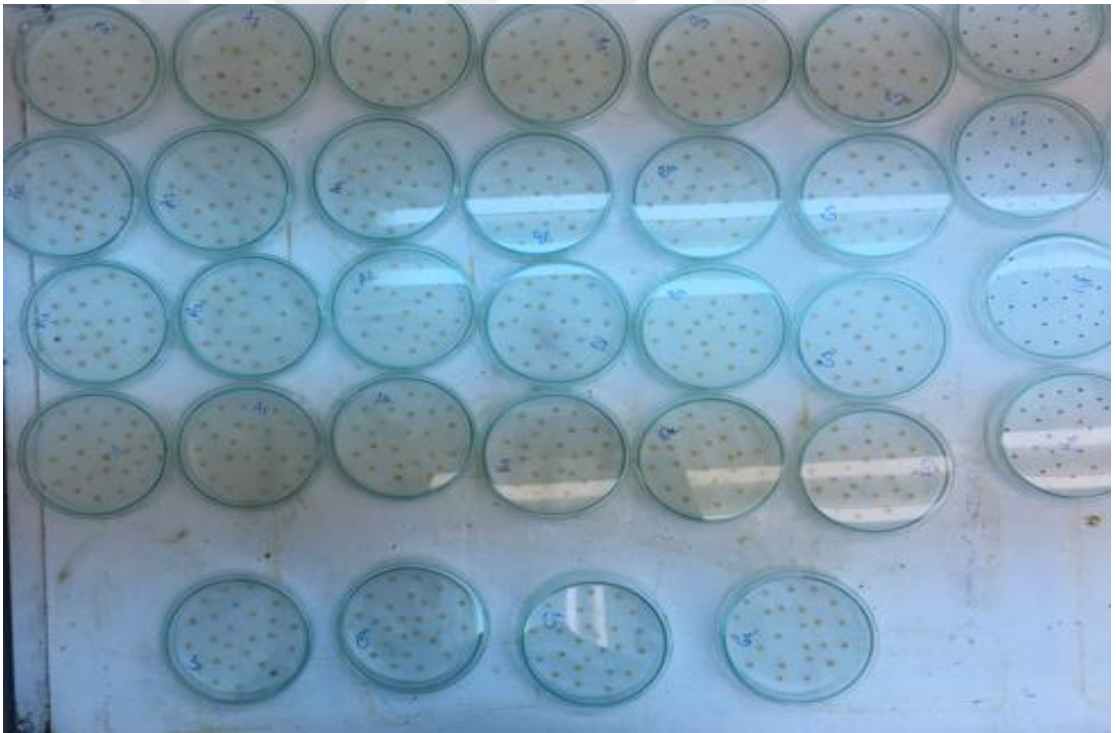
$$\text{75-25 Ünlform Çimlenme Süresi (UÇ75-25) (gün)} = \text{Çimlenen tohumların } \% 75 \text{ ile } \% 25\text{'inin çimlenmesi için geçen süre arasındaki zaman}$$

$$\text{90-10 Ünlform Çimlenme Süresi (UÇ90-10) (gün)} = \text{Çimlenen tohumların } \% 90 \text{ ile } \% 10\text{'unun çimlenmesi için geçen süre arasındaki zaman}$$

(G: Tohum sayısı, T: Kullanılan toplam tohum sayısı, Dt: Sayım günü, n: Son sayım günü)



**Fotoğraf 2.4.** *S. arvensis* tohumlarının çimlenme denemesindeki görünümüleri

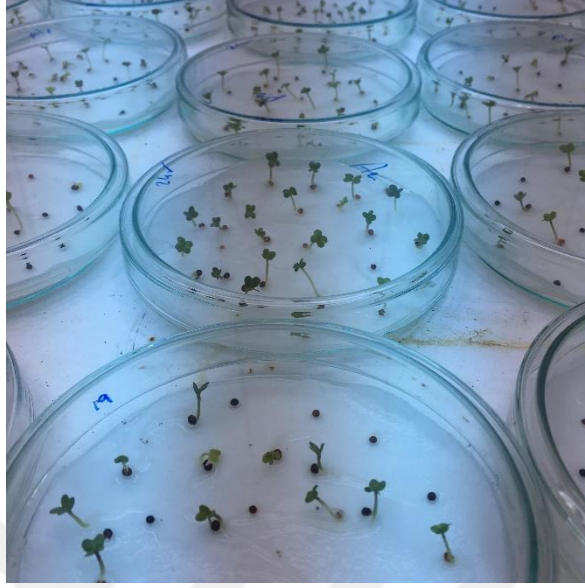


**Fotoğraf 2.5.** *S. alba* tohumlarının çimlenme denemesindeki görünümüleri

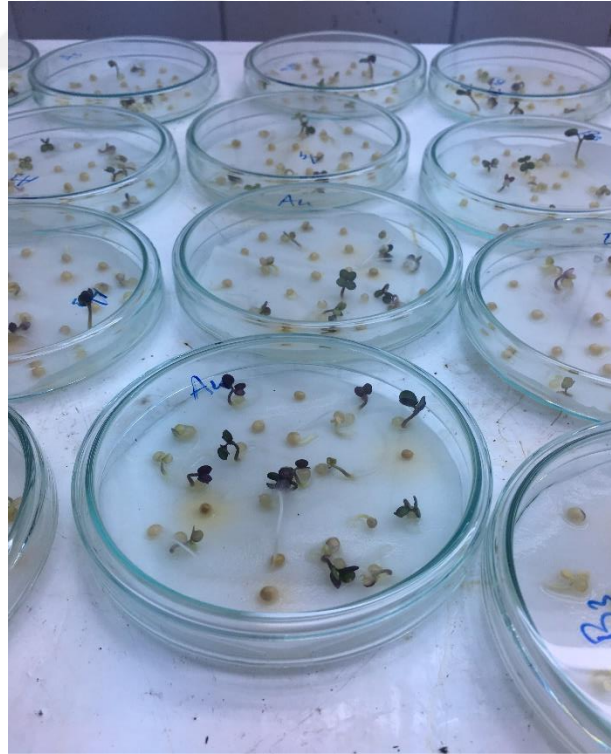
### **2.2.2 Gelişen fidelerde radikula ve plumula boy, taze-kuru ağırlıklarının belirlenmesi**

*S. arvensis* ve *S. alba* fideleri arasından tesadüfi bloklar deneme desenine göre seçilerek hasat edilen 10'ar adet fidenin radikula-plumula boyları ölçülmüş, sürgün ayırım

bölgesinden kesilen fidelerde radikula-plumula taze ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. 48 saat 65-70 C<sup>0</sup>lik etüvde bekletilen örneklerde kuru ağırlıklar alınmıştır.



**Fotoğraf 2.6.** Radikula ve plumula boy, taze-kuru ağırlık ölçümlerinden önce çimlenen *S. arvensis* tohumlarının görünümü



**Fotoğraf 2.7.** Radikula ve plumula boy, taze-kuru ağırlık ölçümlerinden önce çimlenen *S. alba* tohumlarının görünümü



**Fotoğraf 2.8.** *S. arvensis* ve *S. alba* fidelerinin genel görünümü

### 2.3 Fotosentetik Pigment Miktarının Belirlenmesi

*S. arvensis* ve *S. alba* yaprakları fotosentetik pigment miktarlarının saptanmasında Witham vd. (1971)'nin geliştirmiş olduğu yöntem uygulanmıştır. 450 nm, 645 nm ve 663 nm'lerde Boeco marka VIS Spektrofotometrede alınan absorbans değerleri aşağıda verilen formüllerde yerlerine konularak 1 g yaprak dokusunda bulunan klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid miktarları mg düzeyinde hesaplanmıştır (Witham vd., 1971).

$$\text{mg klorofil a.g}^{-1} \text{ doku} = [12,7 \times (D663) - 2,69 (D645)] \times (V/ 1000.W)$$

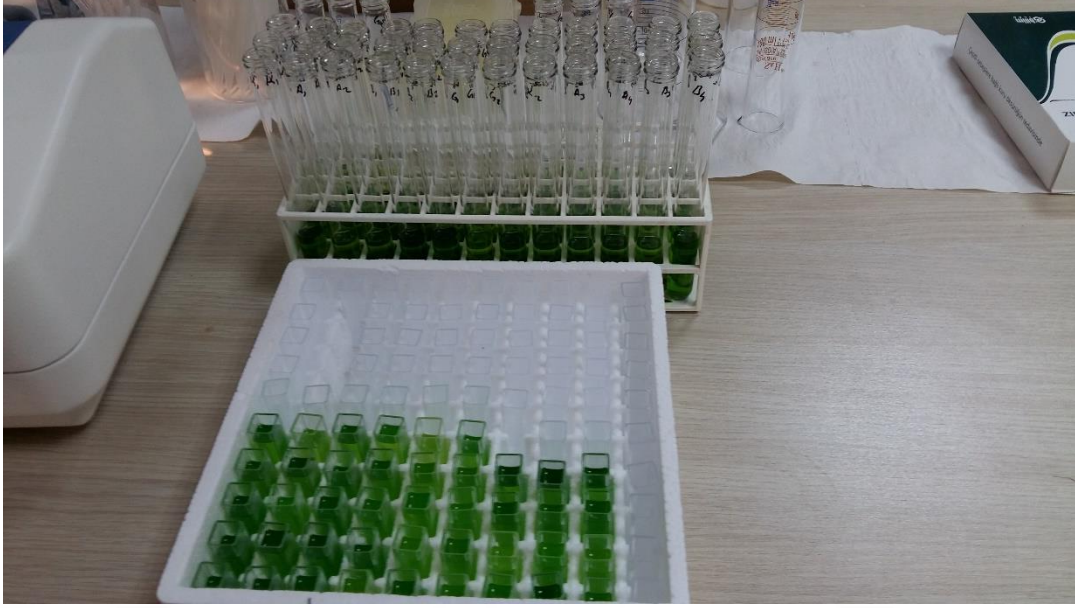
$$\text{mg klorofil b.g}^{-1} \text{ doku} = [22,9 \times (D645) - 4,68 (D663)] \times (V/ 1000.W)$$

$$\text{mg toplam klorofil.g}^{-1} \text{ doku} = [ 20,2 \times (D645) + 8,02 (D663)] \times (V/1000.W)$$

$$\text{mg toplam karotenoid.g}^{-1} \text{ doku} = 4,07 \times D450 - (0,0435 \times \text{Kla miktarı} + 0,367 \times \text{Klb miktarı})$$

Formüllerde: D, klorofil ekstraktının ilgili dalga boyundaki optik yoğunluğunu (absorbans değerini); V, % 80'lik aseton son hacmini; W, ekstrakte edilen dokunun gram olarak yaş ağırlığını göstermektedir.





**Fotoğraf 2.9.** Klorofil pigment miktarlarının ölçümü

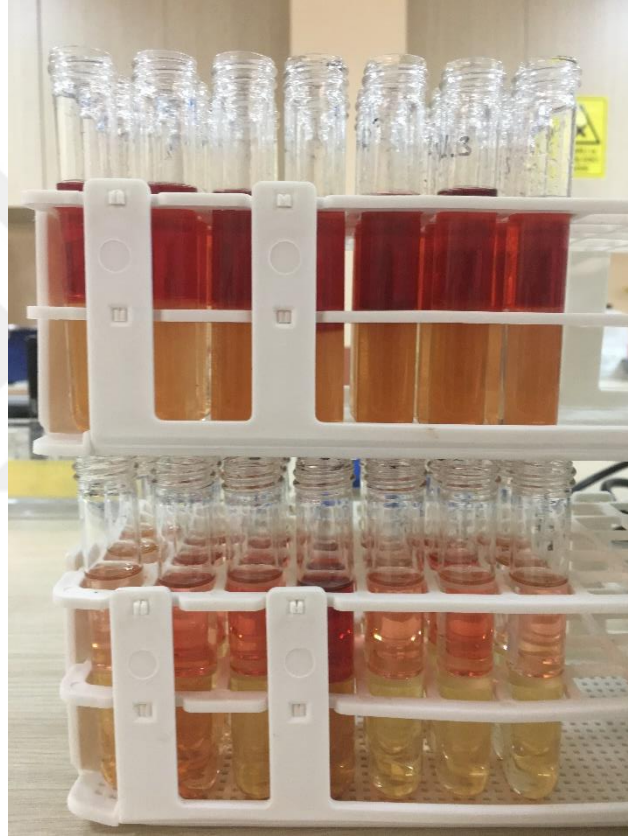


**Fotoğraf 2.10.** Karotenoid pigment miktarlarının ölçümü

#### **2.4 Toplam Prolin Miktarının Belirlenmesi**

Bates vd. (1973) nin yöntemine göre prolin miktarının belirlenmesi için yabani hardal ve akhardal yapraklarından 1 g'er örnek alınıp 10'ar mL % 3'lük sülfosalisilik asitle havan içerisinde homojenize edilmiş, homojenat filtre kâğıdından süzölmüştür (Bates vd.,

1973). Elde edilen süzöntü karanlık ve serin ortamda 24 saat bekletilmiş, alınan 2 mL süzöntüye 2 mL asit ninhidrin ve 2 mL glasiyel asetik asit ilave edilerek, 1 saat süreyle 100 C<sup>0</sup>'ta inkübasyona tabi tutulmuştur. Reaksiyon buz banyosunda durdurulduktan sonra tüplere 4 ml soğuk toluen ilave edilip, karıştırıcı ile karıştırılmış, sıvı fazdan aspire edilen toluen içeren fraksiyonun VIS Spektrofotometrede (Boeco) 520 nm'de absorbansı alınmıştır. 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 ve 0,5 µmol/prolin içeren standartlar kullanılarak hazırlanan kalibrasyon eğrisinden yararlanarak prolin miktarı ve µmol prolin. g taze ağırlık<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir.



**Fotoğraf 2.11.** Prolin miktarlarının ölçümünde renk değişimi

## 2.5 Toplam Protein Miktarının Belirlenmesi

Kullanmış olduğumuz Bradford (1976)'un geliştirilmiş yöntemi proteinlerin fosforik asitli ortamda Coomassie Brilliant Blue reaktifi ile kompleks yapması ve oluşan kompleksin 595 nm'de maksimum absorbansa sahip olması temeline dayanmaktadır. Çok kısa sürede ve kolay uygulanması, bozucu faktörlerden çok fazla etkilenmemesi, çözeltilerde protein boya kompleksinin uzun süreli olarak kalması ve boyanın proteine

çok hızlı şekilde bağlanması (~ 2 dakika) vb. üstünlükler göstermesi nedenleriyle bu yöntem tercih edilmiştir. Yöntem duyarlılığı 1-100 µg arasındadır.

Kontrol ve uygulama gruplarına ait 1'er g taze yabani hardal ve akhardal yaprak örneği 3'er kez tartılarak 5 mL pH 7,8 0,05 M sodyum-fosfat tamponunda buz banyosunda ekstrakte edilmiştir. Bu ekstrakt soğutmalı santrifüjde 13000 rpm'de 20 dakika süre ile santrifüj edilmiştir.

Santrifüj işlemi sonrası alınan 100 µL süpernatantlara, protein boyası içeren 1 mL reaksiyon karışımı eklenmiştir. 10 dakika oda sıcaklığında bekletilen örneklerin absorbans değerleri Boeco marka VIS Spektrofotometre kullanılarak 595 nm'de ölçülmüştür. Bu değerler BSA standartları (0,02-0,2 mg/ml) ile oluşturulan kalibrasyon eğrisine uygulanarak çözünebilen toplam protein miktarı mg.g taze ağırlık<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir.



**Fotoğraf 2.12.** Protein miktar analizleri

## **2.6 Süperoksit Dismutaz Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi**

### **2.6.1 Enzim ekstraktının hazırlanması**

Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinin belirlenmesinde toplam protein miktarının saptanmasında kullanılan ekstraksiyon yöntemi gerçekleştirilmiştir.

### 2.6.2 Süperoksit dismutaz enziminin aktivitesinin belirlenmesi

SOD enzim aktivitesi, Beauchamp ve Fridovich (1971) yöntemine göre belirlenmiştir. Yöntem, 560 nm’de nitroblue tetrazolium’un (NBT) fotokimyasal indirgenmesinin örnekteki SOD enzimi tarafından engellenmesine dayanır. pH 7,8 50 mM sodyum-fosfat tamponu, 33  $\mu$ M NBT, 10 mM L-Methionine, 0,66 mM EDTA ve 0,0033 mM Riboflavin içeren 3 mL reaksiyon karışımı süpernatantlara ilave edilerek 10 dakika  $300 \mu\text{mol}^{-1} \text{m}^{-1} \text{s}^{-1}$  ışık şiddeti altında oda sıcaklığında reaksiyonun gerçekleşmesi için beklenilmiştir. VIS spektrofotometrede 560 nm’de örneklerin absorbans değerleri alınmıştır. Enzim aktivitesi, NBT’nin % 50 inhibisyonuna gerekli SOD miktarı, 1 enzim ünitesi olarak hesaplanmış, EU mg protein<sup>-1</sup>.g taze ağırlık<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.



**Fotoğraf 2.13.** Süperoksit dismutaz enzimi aktivite ölçümü

### 2.6.3 Analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi

Tüm ölçüm ve analizlerinden elde edilen veriler Tukey testi (SPSS 16.0 programında Varyans analizi) ile  $p < 0,05$  önemlilik derecesinde değerlendirilmiştir (Tukey, 1954). Standart sapma ve hata değerleri de aynı programda hesaplanmıştır.

## BÖLÜM III

### BULGULAR

#### 3.1 Morfolojik Ölçüm Sonuçları

##### 3.1.1 Tohumların çimlenme yüzdeleri ve sürelerinin belirlenmesi

Yabani hardal ve akhardal tohumlarında çimlenme yüzde ve süreleri Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Yabani hardal tohumlarında kontrol grubuna oranla çimlenme oranı ve çimlenme indeksi ayçiçeği kök eksudat uygulamalarında artarken, buğday kök eksudatları ve ticari herbisit uygulamalarında azalmıştır. Ortalama çimlenme süresi ise yalnız Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulamasında artmıştır (Çizelge 3.1).

**Çizelge 3.1.** Yabani hardal (*S. arvensis*) tohumları çimlenme oranı (ÇO), çimlenme indeksi (Çİ) ve çimlenme süreleri (OÇS), (YÇS)

	ÇO (%)	Çİ	OÇS (gün)	YÇS (gün)	UÇ 90-10	UÇ75-25
a	62	100,924	5,078	1,92	11,61	9,68
b	83	134,582	5,085	1,49	8,67	2,71
c	87	147,454	5,020	1,20	8,28	2,59
d	57	97,418	5,008	1,79	12,63	10,53
e	30	51,036	5,014	13,33	24,00	20,00
f	52	87,829	5,025	2,88	13,85	11,54
g	48	82,457	5,000	1,04	15,00	12,50

a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d:Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f:Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).

x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

Akhardal tohumlarında ise kontrol’e göre çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve ortalama çimlenme süresinde azalma yalnız gromstor önerilen dozun iki katı uygulamasındadır (Çizelge 3.2).

Yabani hardal ve akhardal yabancı otlarının çimlenmesi üzerine ayçiçeği kök eksudatlarının uyarıcı etkisi saptanırken, buğday kök eksudatlarının yabani hardal’da engelleyici, akhardal’da uyarıcı etki gösterdiği bulunmuştur. Ticari herbisitse yabani

hardalda her iki dozda etkiliyken, akhardalda yalnız önerilen dozun iki katı uygulamasında çimlenmeyi engellemiştir.

**Çizelge 3.2.** Akhardal (*S. alba*) tohumları çimlenme oranı (ÇO), çimlenme indeksi (Çİ) ve çimlenme süreleri (OÇS), (YÇS)

	ÇO (%)	Çİ	OÇS (gün)	YÇS (gün)	UÇ 90-10	UÇ75-25
a	61	94,506	5,148	2,50	11,80	9,84
b	72	105,636	5,218	2,38	10,00	8,33
c	78	116,693	5,191	0,19	9,23	5,77
d	63	95,725	5,181	2,63	11,43	9,52
e	68	100,481	5,220	2,46	10,59	8,82
f	72	110,269	5,167	1,92	10,00	8,33
g	54	85,264	5,124	2,78	13,33	11,11

a: Kontrol (distile su), b :Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d:Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f:Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).

x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

### 3.1.2 Radikula-plumula boy, taze ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi

Çimlenen fidelerde radikula-plumula boy, taze ve kuru ağırlıkları ölçülmüş ve veriler Çizelge 3.3-3.6 arasında gösterilmiştir.

**Çizelge 3.3.** Yabani hardal (*S. arvensis*) fidelerinin radikula boy, taze ve kuru ağırlıkları

	Radikula Boy (cm)	Radikula Taze Ağırlık (cm)	Radikula Kuru Ağırlık (cm)
a	4,0000±1,4081 <sup>x</sup>	0,0030±0,0005 <sup>x</sup>	0,00025±0,00001 <sup>x</sup>
b	6,5250±2,0464 <sup>x</sup>	0,0049±0,0025 <sup>x</sup>	0,00033±0,00002 <sup>x</sup>
c	6,5571±2,0680 <sup>x</sup>	0,0045±0,0015 <sup>x</sup>	0,00025±0,00001 <sup>x</sup>
d	5,7625±1,9242 <sup>x</sup>	0,0050±0,0012 <sup>x</sup>	0,00026±0,00001 <sup>x</sup>
e	6,5444±1,8215 <sup>x</sup>	0,0056±0,0025 <sup>x</sup>	0,00033±0,00002 <sup>x</sup>
f	1,2000±0,2828 <sup>x</sup>	0,0019±0,0008 <sup>x</sup>	0,00023±0,00001 <sup>x</sup>
g	0,9833±1,1634 <sup>x</sup>	0,0018±0,0010 <sup>x</sup>	0,00013±0,00001 <sup>x</sup>

a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d:Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f:Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).

x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

Yabani hardal fidelerinin radikula boy, taze ve kuru ağırlıklarında ayçiçeği ve buğday kök eksudatlarının artışa, gromstor ticari herbisitinin azalmaya neden olduğu Çizelge 3.3.'de görülmektedir. En fazla artış radikula boyunda Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulamasında (% 63,93), radikula taze ağırlığında Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulamasında (% 86,67) ve radikula kuru ağırlığında Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su ve Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulamalarında (% 32). En fazla azalma ise tüm radikula parametreleri için Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> uygulamasındadır. Bu artış ve azalmalar önemlilik derecesinde (p<0.05) değildir.

**Çizelge 3.4.** Yabani hardal (*S. arvensis*) fidelerinin plumula boy, taze ve kuru ağırlıkları

	Plumula Boy (cm)	Plumula Taze Ağırlık (cm)	Plumula Kuru Ağırlık (cm)
a	1,5625±0,1598 <sup>x</sup>	0,0083±0,0016 <sup>x</sup>	0,00069±0,00018 <sup>x</sup>
b	2,2000±0,2390 <sup>x</sup>	0,0145±0,0018 <sup>y</sup>	0,00081±0,00036 <sup>x</sup>
c	1,8875±0,2031 <sup>x</sup>	0,0134±0,0026 <sup>y</sup>	0,00099±0,00028 <sup>x</sup>
d	2,4000 ±0,2000 <sup>x</sup>	0,0050±0,0012 <sup>x</sup>	0,00111±0,00016 <sup>x</sup>
e	2,1111±0,1900 <sup>x</sup>	0,0056±0,0025 <sup>x</sup>	0,00108±0,00027 <sup>x</sup>
f	1,7250±0,6652 <sup>x</sup>	0,0019±0,0008 <sup>y</sup>	0,00100±0,00020 <sup>x</sup>
g	1,6000±0,2928 <sup>x</sup>	0,0018±0,0010 <sup>y</sup>	0,00074±0,00018 <sup>x</sup>

a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d:Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f:Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).

x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

Yabani hardal fidelerinin plumula boyu ve kuru ağırlıklarında kontrole göre tüm uygulama gruplarında artış meydana gelirken, taze ağırlıkta artış yalnız ayçiçeği kök eksudat uygulamalarındadır. En yüksek artışlar plumula boyunda % 53,60 ile Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, taze ağırlığında % 74,70 ile Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su (p<0.05), kuru ağırlığında % 60,87 ile Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulamalarındadır (Çizelge 3.4).

Akhardal fidelerinin radikula boy, taze ve kuru ağırlıkları ticari herbisit uygulamaları hariç tüm uygulama gruplarında kontrol grubuna oranla artmıştır. En fazla artış radikula boyunda Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su (% 392,35) (p<0.05), radikula taze ağırlığında

Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su (% 165,34) (p<0.05) ve radikula kuru ağırlığında Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su (% 45,21) gruplarında belirlenmiştir (Çizelge 3.5).

**Çizelge 3.5.** Akhardal (*S. alba*) fidelerinin radikula boy, taze ve kuru ağırlıkları

	Radikula Boy (cm)	Radikula Taze Ağırlık (cm)	Radikula Kuru Ağırlık (cm)
a	2,4750±1,4953 <sup>x</sup>	0,0101±0,0026 <sup>x</sup>	0,00073±0,00017 <sup>x</sup>
b	5,3167±1,6400 <sup>x</sup>	0,0144±0,0024 <sup>x</sup>	0,00085±0,00015 <sup>x</sup>
c	11,7286±2,8294 <sup>y</sup>	0,0268±0,0050 <sup>y</sup>	0,00083±0,00021 <sup>x</sup>
d	8,7000±2,5436 <sup>y</sup>	0,0227±0,0042 <sup>y</sup>	0,00101±0,00015 <sup>x</sup>
e	12,1857±2,1866 <sup>y</sup>	0,0219±0,0024 <sup>y</sup>	0,00106±0,00023 <sup>x</sup>
f	1,01429±0,3891 <sup>x</sup>	0,0053±0,0012 <sup>x</sup>	0,00040±0,00001 <sup>x</sup>
g	0,9714±0,2360 <sup>x</sup>	0,0073±0,0015 <sup>x</sup>	0,00047±0,00001 <sup>x</sup>

a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d:Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f:Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).

x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

Plumula boy, taze ve kuru ağırlıkları incelendiğinde plumula boyunda gromstor uygulamaları dışında kalan tüm uygulamalarda, plumula taze ve kuru ağırlıklarındaki tüm uygulamalarda kontrole oranla artış tespit edilmiştir. En yüksek artışlar, plumula boyu (% 22,97) ve taze ağırlığında (% 63,13) Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulamasında (p<0.05), kuru ağırlığında (% 41,33) ise gromstor önerilen doz uygulamasındadır (Çizelge 3.6).

**Çizelge 3.6.** Akhardal (*S. alba*) fidelerinin plumula boy, taze ve kuru ağırlıkları

	Plumula Boy (cm)	Plumula Taze Ağırlık (cm)	Plumula Kuru Ağırlık (cm)
a	3,1250±0,3775 <sup>x</sup>	0,0415±0,0067 <sup>x</sup>	0,00375±0,00100 <sup>x</sup>
b	3,7500±0,3728 <sup>x</sup>	0,0578±0,0087 <sup>x</sup>	0,00435±0,00110 <sup>x</sup>
c	3,1571±0,1618 <sup>x</sup>	0,0529±0,0064 <sup>x</sup>	0,00440±0,00019 <sup>x</sup>
d	3,8429±0,4429 <sup>x</sup>	0,0677±0,0129 <sup>y</sup>	0,00500±0,00090 <sup>x</sup>
e	3,2286±0,2138 <sup>x</sup>	0,0522±0,0051 <sup>x</sup>	0,00410±0,00040 <sup>x</sup>
f	2,6857±0,2793 <sup>x</sup>	0,0460±0,0066 <sup>x</sup>	0,00530±0,00040 <sup>x</sup>
g	2,9143±0,4598 <sup>x</sup>	0,0507±0,0075 <sup>x</sup>	0,00510±0,00053 <sup>x</sup>

a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d:Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f:Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).

x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.



### 3.1.3 Kök-gövde boy, taze ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi

Yabani hardal ve akhardal fidelerinin kök-gövde boy, taze ve kuru ağırlıklarına ait veriler Çizelge 3.7-3.10'da verilmiştir.

Yabani hardal fidelerinin kök boy, taze ve kuru ağırlığı tüm uygulama gruplarında kontrole oranla artmıştır. En yüksek artışlar kök boyu, taze ve kuru ağırlıkta (sırasıyla, % 161,70; % 133,91; % 412,64) Gromstor 1g.da<sup>-1</sup> uygulamasındadır. Bu artışlar önemlilik derecesindedir (p<0.05) (Çizelge 3.7).

**Çizelge 3.7.** Yabani hardal (*S. arvensis*) fidelerinin kök boy, taze ve kuru ağırlıkları

	Kök Boy (cm)	Kök Taze Ağırlık (cm)	Kök Kuru Ağırlık (cm)
a	7,8333±2,7429 <sup>x</sup>	0,0575±0,0456 <sup>x</sup>	0,0087 ±0,0415 <sup>x</sup>
b	13,8333±4,8045 <sup>x</sup>	0,0584±0,0168 <sup>x</sup>	0,0149±0,0050 <sup>y</sup>
c	11,5667±0,6351 <sup>x</sup>	0,0954 ±0,1903 <sup>x</sup>	0,0171±0,0021 <sup>y</sup>
d	19,1667±4,2360 <sup>y</sup>	0,1045 ±0,0342 <sup>x</sup>	0,0346±0,0148 <sup>y</sup>
e	9,5333±2,6652 <sup>x</sup>	0,0631 ±0,0300 <sup>x</sup>	0,0117 ±0,0061 <sup>y</sup>
f	20,5000± 5,6105 <sup>y</sup>	0,1345 ± 0,0064 <sup>x</sup>	0,0446 ±0,0231 <sup>y</sup>
g	17,0000± 4,7520 <sup>y</sup>	0,1318 ±0,0015 <sup>y</sup>	0,0442 ±0,0231 <sup>y</sup>

a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d:Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f:Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).  
x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

Yabani hardal fidelerinin gövde boyu tüm uygulama gruplarında, gövde taze ve kuru ağırlığı ise Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su ve Gromstor 1g.da<sup>-1</sup> uygulama grupları dışındaki gruplarda kontrole göre azalmıştır. En yüksek azalmalar sırasıyla % 25,15; % 52,62 (p<0.05) ve % 47,33 ile Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 3.8).

**Çizelge 3.8.** Yabani hardal (*S. arvensis*) fidelerinin gövde boy, taze ve kuru ağırlıkları

	Gövde Boy (cm)	Gövde Taze Ağırlık (cm)	Gövde Kuru Ağırlık (cm)
a	33,8000±6,9656 <sup>x</sup>	4,5698 ±1,5248 <sup>x</sup>	0,3218 ±0,1669 <sup>x</sup>
b	31,5667±2,0502 <sup>x</sup>	4,3221 ±0,4847 <sup>x</sup>	0,3115 ±0,0341 <sup>x</sup>
c	30,3000±5,8898 <sup>x</sup>	2,8903 ±0,3868 <sup>x</sup>	0,2491 ±0,0263 <sup>x</sup>
d	30,2333±5,4225 <sup>x</sup>	4,9892 ±1,0339 <sup>x</sup>	0,4644 ±0,1033 <sup>x</sup>
e	25,3000±5,4781 <sup>x</sup>	2,1650 ±0,5058 <sup>y</sup>	0,1695 ±0,0608 <sup>x</sup>
f	26,000 ±5,6296 <sup>x</sup>	5,388 ±1,2587 <sup>x</sup>	0,4897 ±0,1716 <sup>x</sup>
g	26,000 ±5,6971 <sup>x</sup>	3,4551 ±0,8072 <sup>x</sup>	0,2483 ±0,0891 <sup>x</sup>

a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d:Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f:Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).  
x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

Akhardal fidelerinin kök boyu kontrol grubuna oranla tüm uygulama gruplarında azalırken, kök taze ve kuru ağırlıklarında değişkenlik gözlenmektedir. Kök boyu (% 32,08), taze (% 28,46) ve kuru ağırlıklarında (% 1,25) Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> uygulamasında en fazla azalmalar saptanmıştır. Fakat bu azalmalar önemlilik derecesinde değildir (Çizelge 3.9).

**Çizelge 3.9.** Akhardal (*S. alba*) fidelerinin kök boyları, taze ve kuru ağırlıkları

	Kök Boy (cm)	Kök Taze Ağırlık (cm)	Kök Kuru Ağırlık (cm)
a	22,6000±3,0290 <sup>x</sup>	0,4491±0,1451 <sup>x</sup>	0,0803±0,0252 <sup>x</sup>
b	20,2000±6,6750 <sup>x</sup>	0,3935 ±0,1631 <sup>x</sup>	0,0839 ±0,0452 <sup>x</sup>
c	19,9600±4,4326 <sup>x</sup>	0,5459 ±0,2820 <sup>x</sup>	0,14072±0,0792 <sup>x</sup>
d	21,2200±8,8483 <sup>x</sup>	0,54592±0,3587 <sup>x</sup>	0,1210 ±0,0928 <sup>x</sup>
e	20,0000±2,8284 <sup>x</sup>	0,34838±0,1548 <sup>x</sup>	0,0799±0,0375 <sup>x</sup>
f	15,4000±1,5508 <sup>x</sup>	0,3967 ±0,1705 <sup>x</sup>	0,0959 ±0,0387 <sup>x</sup>
g	15,3500±6,6899 <sup>x</sup>	0,3213 ±0,0627 <sup>x</sup>	0,0793 ±0,0387 <sup>x</sup>

a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d:Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f:Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).  
x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

Akhardal fidelerinin taze ağırlıkları tüm uygulama gruplarında, gövde boyu ve gövde kuru ağırlıkları Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulaması dışındaki tüm gruplarda

kontrole oranla azalmıştır. Önemlilik derecesinde olmayan bu azalmalar en yüksek orana Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> uygulamasında ulaşmıştır (Çizelge 3.10).

**Çizelge 3.10.** Akhardal (*S. alba*) fidelerinin gövde boy, taze ve kuru ağırlıkları

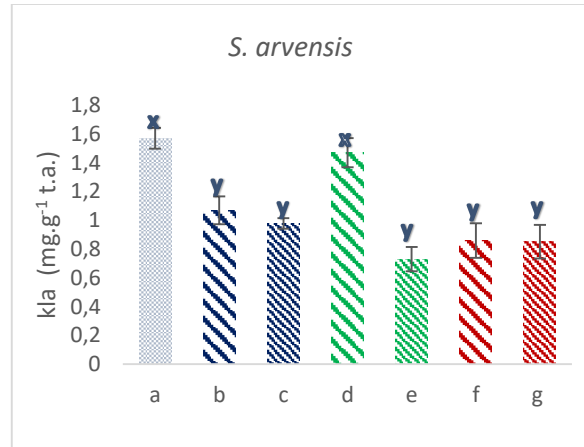
	Gövde Boy (cm)	Gövde Taze Ağırlık (cm)	Gövde Kuru Ağırlık (cm)
a	35,9000±2,3441 <sup>x</sup>	6,4000±1,7411 <sup>x</sup>	0,56901±0,1232 <sup>x</sup>
b	30,8600±5,3135 <sup>x</sup>	5,3169±2,7015 <sup>x</sup>	0,5114±0,1839 <sup>x</sup>
c	48,5000±26,4895 <sup>x</sup>	5,9032±2,4241 <sup>x</sup>	0,6668±0,2260 <sup>x</sup>
d	33,2600±6,3422 <sup>x</sup>	5,5922±3,3871 <sup>x</sup>	0,4014±0,1060 <sup>x</sup>
e	30,5200±5,6707 <sup>x</sup>	3,7353±2,2882 <sup>x</sup>	0,3996±0,2187 <sup>x</sup>
f	32,1800±5,6517 <sup>x</sup>	4,8674±1,4855 <sup>x</sup>	0,4491±0,2877 <sup>x</sup>
g	26,2800±5,7747 <sup>x</sup>	2,9276±1,2580 <sup>x</sup>	0,3475±0,114 <sup>x</sup>

a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d:Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f:Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).

x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

### 3.2 Fotosentetik Pigment Miktarlarının Belirlenmesi

Yabani hardal ve Akhardal yapraklarının kla, klb, toplam kl miktarları ve kla/b oranları ile karotenoid miktarları sırasıyla Şekil 3.1-3.10 arasında verilmiştir.

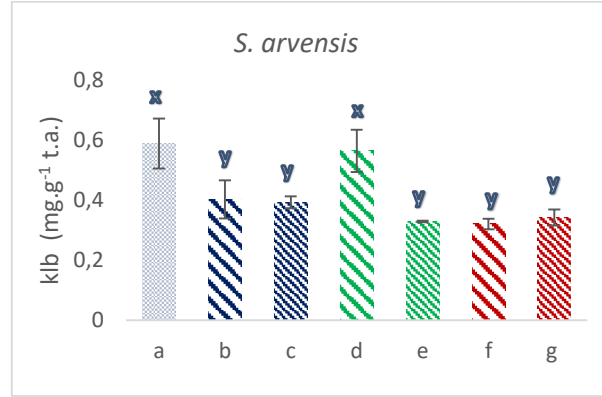


a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d:Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f:Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).

x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

**Şekil 3.1.** Yabani hardal (*S. arvensis*) bitkisi yapraklarının klorofil a miktarları

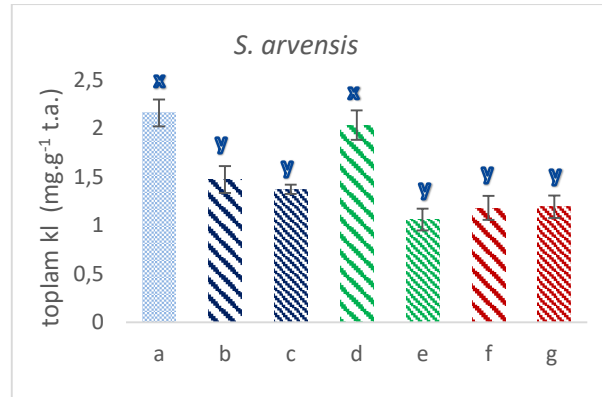
Yabani hardal yaprakları kila miktarları tüm uygulama gruplarında kontrole oranla azalmıştır. En yüksek azalma % 53,50 ile Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulamasındadır (p<0.05) (Şekil 3.1).



a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d:Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f:Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).  
x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

**Şekil 3.2.** Yabani hardal (*S. arvensis*) bitkisi yapraklarının klorofil b miktarları

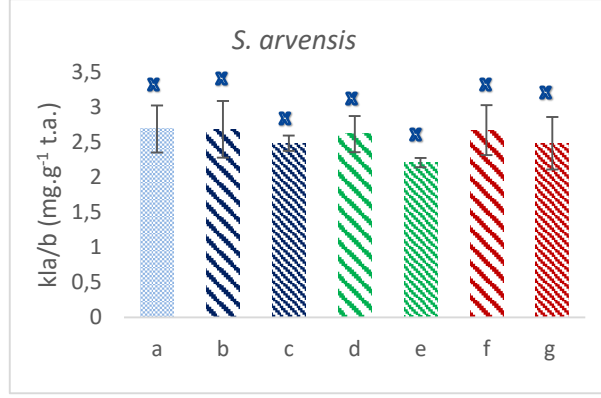
Kl b miktarında da yine tüm uygulama gruplarında azalma meydana gelmiştir ve en fazla azalma % 45,52 ile Gromstor 1g.da<sup>-1</sup> uygulamasındadır (p<0.05) (Şekil 3.2).



a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d:Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f:Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).  
x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

**Şekil 3.3.** Yabani hardal (*S. arvensis*) bitkisi yapraklarının toplam klorofil miktarları

Yabani hardal yapraklarının toplam kl miktarlarında kontrole oranla tüm uygulama gruplarında azalmalar meydana gelmiş, en fazla azalma % 50,93 ile Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulamasında tespit edilmiştir (p<0.05) (Şekil 3.3).

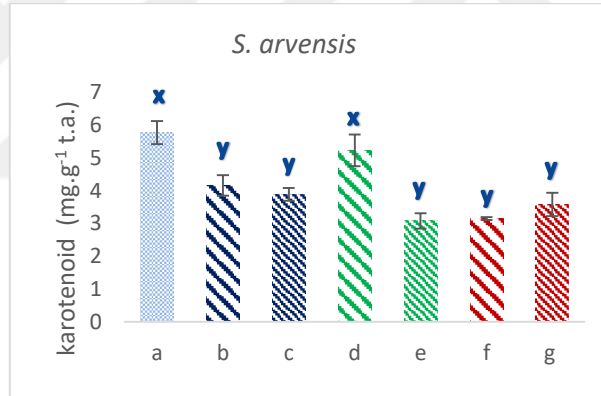


a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d: Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f: Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).

x,y kontrole göre önemlilik derecesinde ( $p < 0.05$ ) farklılığı göstermektedir.

**Şekil 3.4.** Yabani hardal (*S. arvensis*) bitkisi yapraklarının klorofil a/b oranları

Yabani hardal fidelerinin kla/b oranları tüm uygulama gruplarında önemlilik derecesinde olmayan azalmalar göstermiştir (Şekil 3.4).

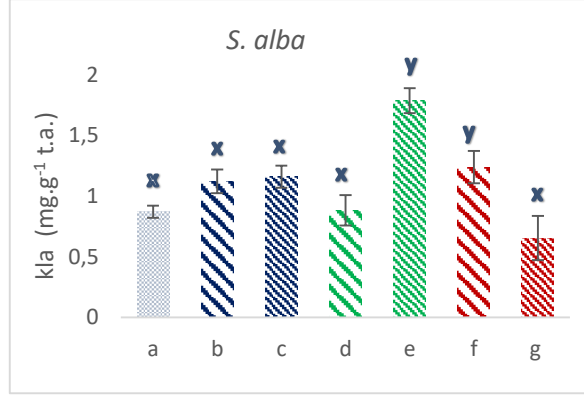


a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d: Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f: Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).

x,y kontrole göre önemlilik derecesinde ( $p < 0.05$ ) farklılığı göstermektedir.

**Şekil 3.5.** Yabani hardal (*S. arvensis*) bitkisi yapraklarının karotenoid miktarları

Yabani hardal yaprağı karotenoid miktarları da klorofil miktarlarında olduğu gibi tüm uygulama gruplarında azalmıştır. En önemli azalma ( $p < 0.05$ ) Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulamasındadır (% 46,69) (Şekil 3.5).

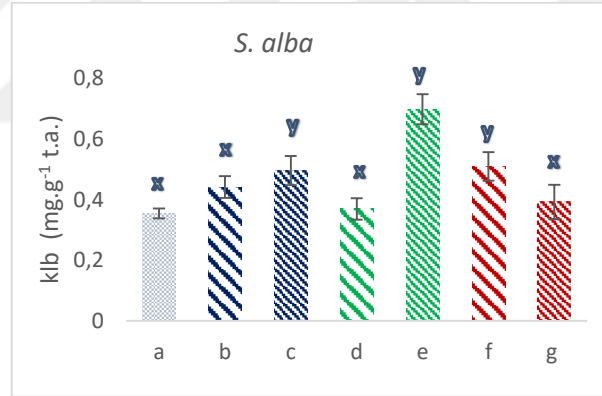


a: Kontrol (distile su), b: Aynıçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Aynıçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d:Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f:Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).

x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

**Şekil 3.6.** Akhardal (*S. alba*) bitkisi yapraklarının klorofil a miktarları

Akhardal fide yapraklarında kLa miktarı Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> hariç tüm uygulama gruplarında kontrole göre artış göstermiştir. En fazla artış % 104, 79 ile Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulamasındadır (p<0.05) (Şekil 3.6).

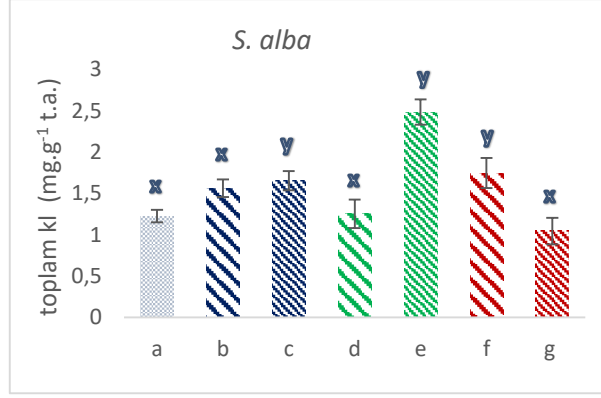


a: Kontrol (distile su), b: Aynıçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Aynıçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d:Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f:Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).

x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

**Şekil 3.7.** Akhardal (*S. alba*) bitkisi yapraklarının klorofil b miktarları

kLb miktarı tüm uygulama gruplarında kontrole göre artmıştır. En fazla artış Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulamasında (% 96, 89) tespit edilmiştir (p<0.05) (Şekil 3.6).

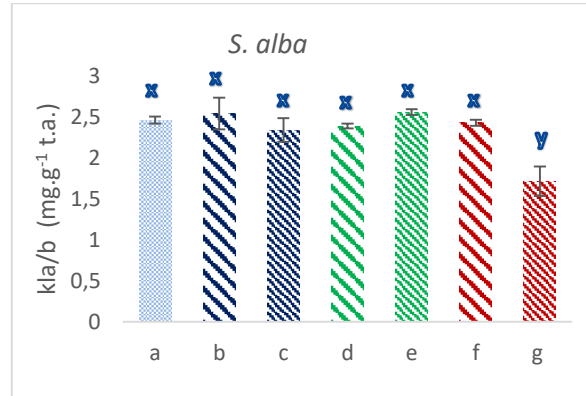


a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d:Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f:Gromstor 1g.da-1, g: Gromstor 2g.da-1 (n:3).

x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

**Şekil 3.8.** Akhardal (*S. alba*) bitkisi yapraklarının toplam klorofil miktarları

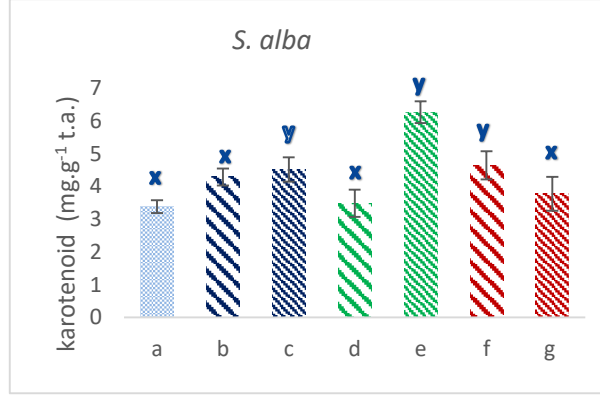
Akhardal yaprakları toplam kl miktarı da kla miktarı gibi gromstor önerilen dozun iki katı uygulaması dışındaki tüm uygulama gruplarında artmıştır. En yüksek artış % 102,51'dir (p<0.05) (Şekil 3.8). Kl a/ b oranı ise toplam kl miktarında en yüksek artışın olduğu Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulaması dışındaki tüm gruplarda azalmıştır (Şekil 3.9).



a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d:Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f:Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).

x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

**Şekil 3.9.** Akhardal (*S. alba*) bitkisi yapraklarının klorofil a/b oranları



a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d:Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f:Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).

x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

**Şekil 3.10.** Akhardal (*S. alba*) bitkisi yapraklarının karotenoid miktarları

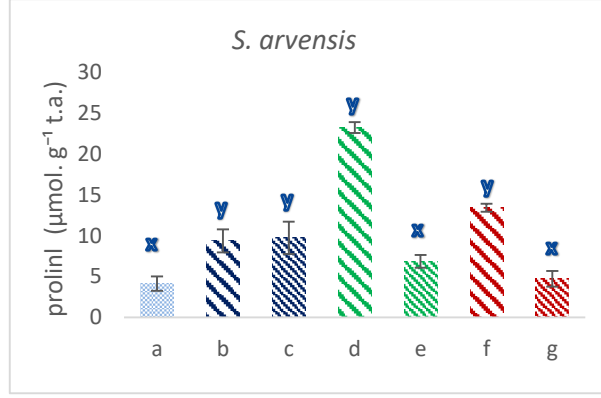
Akhardal yaprakları karotenoid miktarında kontrol grubuna oranla tüm uygulama gruplarında artış meydana gelmiştir. En önemli artış yine Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulamasındadır (% 85,13) (Şekil 3.10).

### 3.3 Prolin Konsantrasyonunun Belirlenmesi

Prolin aminoasiti abiyotik ve biyotik stres koşullarında bitkide miktarı artan ve bitkiyi koruyan bir aminoasittir. Stres derecesinin belirlenmesinde artan prolin miktarı yaygın olarak kullanılan bir parametredir (Yakıt ve Tuna, 2006).

Yabani hardal ve akhardal yabancı otlarının prolin miktarı tüm uygulama gruplarında kontrol grubuna oranla artmıştır. En yüksek artışlar yabani hardal bitkisinde Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su (% 459,69) , akhardal bitkisinde Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su (% 104,70) uygulamalarındadır (p<0.05) (Şekil 3.11-12).

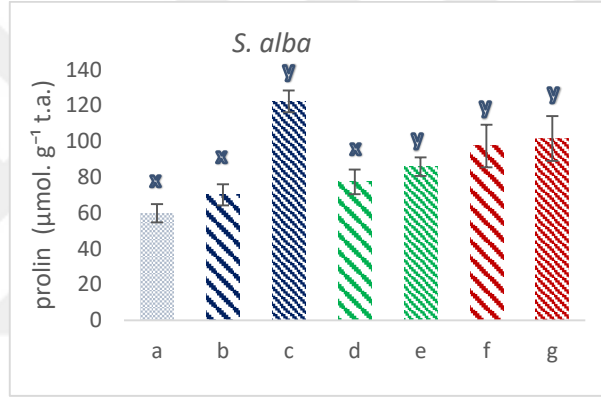




a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d: Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f: Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).

x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

**Şekil 3.11.** Yabani hardal (*S. arvensis*) bitki yapraklarının prolin miktarları



a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d: Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f: Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).

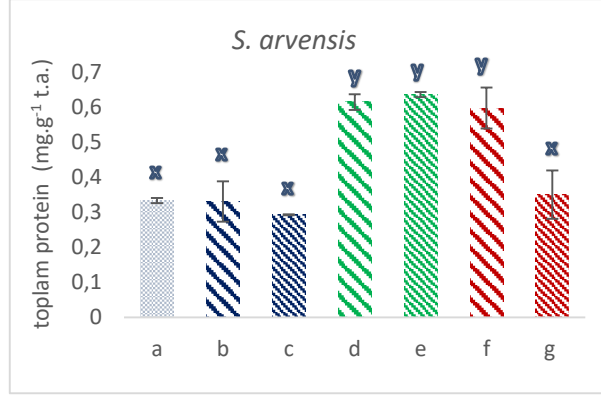
x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

**Şekil 3.12.** Akhardal (*S. alba*) bitki yapraklarının prolin miktarları

### 3.4 Toplam Protein Miktarının Belirlenmesi

Yapılan uygulamalar sonucu yabani hardal (Şekil 3.13) ve akhardal (Şekil 3.14) yapraklarının protein miktarlarına ait veriler aşağıdadır.

Yabani hardal yapraklarının toplam protein miktarı ayçiçeği kök eksudat uygulamalarında azalırken, buğday kök eksudat ve herbisit uygulamalarında artmıştır. Azalmalar önemlilik derecesinde değildir. En önemli artış ise % 90,68 oranıyla Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulamasında meydana gelmiştir (p<0.05) (Şekil 3.13).

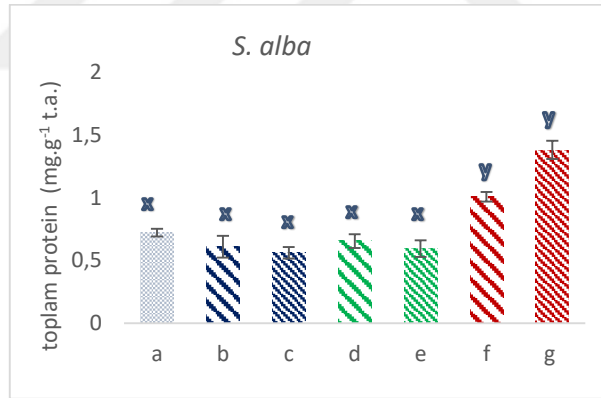


a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d:Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f:Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).

x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

**Şekil 3.13.** Yabani hardal (*S. arvensis*) bitki yapraklarının toplam protein miktarları

Akhardal protein miktarında ise gromstor uygulamaları hariç tüm uygulamalarda kontrole oranla azalmalar saptanmıştır. Azalmalar önemlilik taşımazken, artışlar önemlilik derecesindedir. En yüksek artış oranı Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> uygulamasındadır (% 91,29) (Şekil 3.14).



a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d:Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f:Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).

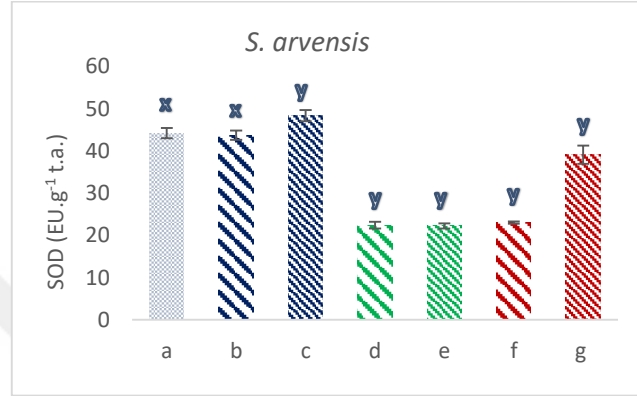
x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

**Şekil 3.14.** Akhardal (*S. alba*) bitki yapraklarının toplam protein miktarları

### 3.5 Süperoksit dismutaz Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi

Şekil 3.15 ve Şekil 3.16 sırasıyla yabani hardal ve akhardal fide yaprakları süperoksit dismutaz enzim aktivitelerini göstermektedir.

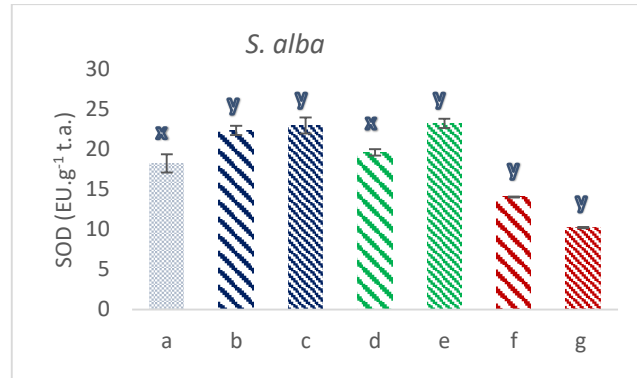
Yabani hardal yapraklarında süperoksit dismutaz enzim aktivitesine bakıldığında ayçiçeği kök eksudat uygulamalarının aktivite artışına, diğer uygulamaların ise azalmasına neden olduğu anlaşılmaktadır. Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulaması dışındaki artma ve azalmalar önemlilik derecesindedir (p<0.05). En yüksek değer 48,371 EU.g<sup>-1</sup>.t.a ile Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulamasında, en düşük değer 22,264 EU.g<sup>-1</sup>.t.a ile Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulamasındadır (Şekil 3.15).



a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d: Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f: Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).

x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

**Şekil 3.15.** Yabani hardal (*S. arvensis*) bitki yapraklarının SOD enzim aktivitesi



a: Kontrol (distile su), b: Ayçiçeği 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, c: Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, d: Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, e: Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, f: Gromstor 1g.da<sup>-1</sup>, g: Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> (n:3).

x,y kontrole göre önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı göstermektedir.

**Şekil 3.16.** Akhardal (*S. alba*) bitki yapraklarının SOD enzim aktivitesi

Akhardalda ticari herbisit uygulaması dışındaki tüm gruplarda aktivite artışı saptanmıştır. En düşük aktivite 10, 241 EU.g<sup>-1</sup>.t.a ile Gromstor 2g.da<sup>-1</sup> ve en yüksek aktivite 23,240 EU.g<sup>-1</sup>.t.a ile Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulamalarındadır (p<0.05) (Şekil 3.16).

## BÖLÜM IV

### TARTIŞMA VE SONUÇ

Tarımsal üretimde yabancı otlarla mücadelede en etkili olan yöntem herbisitleri kullanmaktır. Ülkemizde yaygın olarak uygulanan herbisitlerin çoğu sentetik olduğu için uzun yıllar doğada parçalanmadan kalmakta ve hem toprak hem su kirliliğine yol açmaktadır. Allelokimyasallar ise bitkilerde sentezlenen doğal bileşiklerdir ve kolay parçalanmaktadır. Doğada birikmedikleri için çevreye zararları yoktur (Duke vd., 2001; Topal, 2011; Vyvyan, 2002).

Fenolik bileşikler vb. sekonder metabolitlerin tohum çimlenmesini ve fide gelişimi sırasında bitkinin biyokimyasal-fizyolojik süreçlerini etkilediğine dair çok sayıda çalışmaya rastlanmaktadır (Rice ve Pancholy, 1973). Allelopati ile ilgili yapılan denemelerin çoğunda çimlenmelerin yüksek oranda engellendiği ve engelleme mekanizmasının tam olarak anlaşılamadığı ifade edilmektedir (Chon vd., 2005).

Bulgularımız yabancı hardal ve akhardal yabancı otlarının çimlenmesinde ayçiçeği kök eksudatlarının teşvik edici, buğday kök eksudatlarının yabancı hardalda engelleyici, akhardalda teşvik edici etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Tribenüronil metil etken maddeli herbisitse yabancı hardal tohumlarında her iki dozda etkiliyken, akhardal tohumlarında yalnız 2g.da<sup>-1</sup> uygulamasında çimlenmeyi engellemiştir (Çizelge 3.1-2).

Allelopatik öneme sahip olan ayçiçeği (Kamal ve Bano, 2009), komşu bitkilerin büyümesini aktif şekilde etkileyen sorgoleone, glikozitler, alkaloidler, flavonoidler, fenolik ve terpenoidler gibi birçok allelokimyasal maddeyi serbest bırakmakta (Anjum ve Bajwa, 2008), tohumların çimlenmesini olumlu ya da olumsuz yönde etkilemektedir (Kamal ve Bano, 2009).

Yapılan çalışmalar genellikle ayçiçeği bitkisinin inhibe edici etkisini göstermektedir. Örneğin, ayçiçeği bitkisinin iki çeşitinin akhardal tohumlarının çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine allelopatik potansiyelinin incelendiği bir çalışmada ayçiçeği ekstraktlarının konsantrasyonunun arttıkça çimlenmenin engellendiği, % 10

uygulamasında çimlenmenin neredeyse tamamen durduğu bildirilmiştir (Bogatek vd., 2006).

Arazi, saksı kültürü ve laboratuvar çalışmaları, ayçiçeği mahsullerinin eklenmesinin mevcut ve sonraki bitkilerde yabancı ot nüfusunu önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Ayçiçeği kökleri yabancı otların çimlenmesini, populasyonunu ve biyokütlesini önemli ölçüde bastırmıştır (Rawat vd., 2017).

Alsadaawi vd. (2012) ise sekiz ayçiçeği genotipiyle yaptıkları çalışmada tüm genotiplerin, yabancı otların toplam sayısını ve biyokütlesini önemli ölçüde inhibe ettiğini ve inhibisyon büyüklüğünün genotipe bağlı olduğunu bildirmişlerdir (Alsaadawi vd., 2012). Test edilen sekiz genotip arasında Sin-Altheeb ve Coupon, yabancı otları en fazla inhibe eden çeşitlerdendir.

Bulgularımızda ayçiçeği kök eksudatları çimlenmede teşvik edici etki meydana getirmiştir. Bunun ayçiçeğinin kullanılan parçası ve uygulanan konsantrasyonlarıyla ilgili olduğu kannatindeyiz. Nitekim Ashrafi vd. (2008), ayçiçeği parçalarının yabancı arpa çimlenmesini ve fide gelişimini engellediğini, farklı bitki parçalarının toksik derecesinin yapraklar> çiçekler> tüm bitki parçalarının karışımı> gövdeler> kökler şeklinde olduğunu bildirmiştir (Ashrafi vd., 2008).

Buğday kök eksudatlarıysa yabancı hardalda engelleyici etki göstermiştir. Bulgularımızla uyumlu sonuçlara sahip olan bir çalışmada makarnalık buğday çeşitleri olan Karim ve Om rabii'nin allelopatik etkileri bir arpa çeşidi olan Manel ve ekmeçlik buğday çeşidi olan Ariana'nın çimlenme oranı ve radikula uzunluğu açısından incelenmiştir. Allelopatinin ekstrakt kaynağına ve konsantrasyona göre değiştiği, inhibisyonda yaprak ekstraktlarının en fazla etkili olduğu tespit edilmiştir (Oueslati, 2003).

Ayrıca, buğday saman kalıntısının yabancı ot tohum çimlenmesi ve fide gelişiminde inhibisyon derecesinin ekstrakt, tür ve sıcaklığa bağlı olduğu saptanmıştır. Çalkalamak ve ıslatmak suretiyle hazırlanan ekstraktlar, sızıntı ile elde edilenlerden daha fazla inhibisyona neden olmuştur. Tür duyarlılığının azalan sırası *Ipomoea hederacea* (L.) Jacq, *Abutilon theophrasti* Medic., *Ipomoea lacunosa* L., *Sesbania exaltata* (Raf.) Cory,

*Cassia obtusifolia* L. ve *Echinochloa crus-galli* var. *frumetaceae* (Roxb.) Link'tir (Steinsiek vd., 1982).

Ekstraktlardaki yüksek düzeydeki allelokimyasallar tohum çimlenmesi ve fide gelişiminde ozmotik strese neden olabilir. Allelokimyasallar ayrıca hücre bölünmesini ve uzama sürecini etkileyerek veya çimlenme için gerekli besin maddelerinin mobilizasyonu ile ilgili enzimlere müdahale ederek çimlenmeyi ve fide gelişimini inhibe edebilir (Kamal, 2011).

Buğday verimliliğinde bazı yabancı ot mücadele yöntemlerinin (bifonex, tribenuron-metil, elle ot toplama ve temizlenmemiş alan) etkisini gösteren çalışmada tribenuron-metil herbisit uygulamasının başarılı olduğu sonucuna varılmıştır (Abouzienna vd., 2008). *Galium spurium* L, *Fallopia convolvulus* (L.) ve *Thlaspi arvense* L yabancı otlarına MCPA veya tribenuron-metil herbisitlerinin uygulandığı bir başka çalışmada ise herbisitler (en azından en yüksek dozlarda) her üç türün tohum üretimini azaltmıştır (Andersson, 1995).

Herbisitlere dayanıklılık, hedef yabancı otların mücadelede yıllarca aynı etken maddelerin uygulanması, yüksek doz kullanımı vb. nedenlerle meydana gelen bir durumdur. Dayanıklılık çalışmaları 1950'li yıllarda başlamıştır ve artarak devam etmektedir. Yapılan çalışmalar Triazin grubu, ACCase inhibitörleri ve ALS inhibitörleri denilen 3 herbisit grubunu ön plana çıkarmakta ve bu üç grup tüm vakaların yaklaşık % 70'ini kapsamaktadır (Demirkan, 2009).

Çalışmada kullanılan herbisit yabani hardal tohumlarında önerilen dozda etkiliyken, akhardal tohum çimlenmesinde etkili olmama sebebinin dayanıklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Birçok yabancı otun tribenuronil metil'e direnç kazandığı, özellikle İspanya ve Yunanistan'daki *Papaver rhoeas* ve İtalya'daki *Sinapis alba* türlerinin tribenuron metil'e dirençli populasyonlar geliştirdiği ifade edilmiştir (Délye vd., 2011; Rosario vd., 2011; Torra vd., 2010).

Çalışmamızda yabani hardal fidelerinin kök boy, taze ve kuru ağırlığı tüm uygulama gruplarında kontrole oranla artmıştır. Gövde boyu tüm uygulama gruplarında, taze ve kuru ağırlığı ise Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su ile Gromstor 1g.da<sup>-1</sup> uygulamaları

dışındaki gruplarda kontrole göre azalmıştır (Çizelge 3.7-8). Akhardal fidelerinin kök boyu kontrol grubuna oranla tüm uygulama gruplarında azalırken, kök taze ve kuru ağırlıklarında değişkenlik gözlenmektedir. Akhardal fidelerinin gövde taze ağırlıkları tüm uygulama gruplarında, gövde boyu ve kuru ağırlıkları Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulaması hariç tüm gruplarda kontrole oranla azalmıştır (Çizelge 3.9-10) .

Irons ve Burnside (1982) yaptıkları laboratuvar ve saha çalışmalarında ayçiçeği köklerinin besin çözeltilisine ve toprağa eksudat saldıgını, ayçiçeği kök sızıntılarının ayçiçeği çıkışını engellediğini ve sorgum, soya fasulyesi ile ayçiçeği boy, taze ve kuru ağırlığını azalttığını saptamışlardır (Irons ve Burnside, 1982). Yine tarla koşullarında ayçiçeği su ekstraktının (1:10 w / v) sorgum mahsulünden sonra ekilen yabancı otlara (*Phalaris minor* Retz., *Chenopodium album* L., *Coronopus didymus* L. and *Avena fatua* L) ve buğdaya karşı allelopatik etkisinin incelendiği bir başka çalışmada engelleyici etkinin türe özgü olduğu ve su ekstraktı uygulama sıklığına bağlı olarak arttığı bulunmuştur (Naseem vd., 2009).

Ayçiçeği çeşitlerinden 200'den fazla doğal allelopatik bileşik izole edilmiştir (Kamal ve Bano, 2009). Ayçiçeği yaprağı ekstraktlarının hardal fide radikula ve hipokotil uzunluğunda azalmaya neden olduğu (Bogatek vd., 2006; Wardle vd., 1991), ayçiçeği kısımlarının *Solanum nigrum* L'nin çimlenmesini önemli derecede inhibe ettiği (Sadeghi vd., 2010) tespit edilmiştir.

Kamal (2011) çalışmasında ayçiçeği yaprak, kök ve gövde sulu ekstraktlarının tohum çimlenmesini önemli derecede etkilediği, buğday fide gelişimindeki kök-sürgün uzunluğu, taze ağırlık, kuru ağırlık parametrelerinin azalmasının ekstraktlardaki allelokimyasal maddelerin inhibitör etkisinin bir sonucu olabileceğini vurgulamıştır (Kamal, 2011). Tüm ekstraktlarda alelopatik aktivite konsantrasyondaki artışa paralel artmıştır. Bu durum belirli koşullar altında temel bir reaksiyon oranının reaktan konsantrasyonu ile pozitif bir şekilde ilişkili olduğu bulgusu ile uyumludur. Daha önce yapılmış bazı çalışmalar da ekstraktların fitotoksitesinin konsantrasyon artışıyla önemli ölçüde arttığını göstermiştir (Anjum vd., 2005; Batish vd., 2002; Bogatek vd., 2006; Kamal ve Bano, 2008, 2009; Peng vd., 2004; Putnam, 1985; Sinkkonen, 2001).

Bulgularımızda gerek tohum çimlenmesi, gerekse radikula-plumula ve kök-gövde ölçümlerinde meydana gelen artışların düşük konsantrasyonda uygulanan kök eksudatlarından kaynaklandığını Saxena vd. (1996) ve Nikneshan vd. (2011)'nin yapmış olduğu çalışmalar desteklemektedir (Nikneshan vd., 2011; Saxena vd., 1996). Leather (1983) ayçiçeğinin yabancı otlar üzerine allelopatik etkisini araştırdığı çalışmada da ayçiçeği yaprak ekstraktının yabancı hardal tohumunun çimlenmesini % 75 azaltırken, ekstraktın 10-100 kat seyreltilmesi durumunda çimlenmeyi % 150 teşvik ettiğini ifade etmiştir (Leather, 1983).

Yabancı hardal yaprağı klorofil ve karotenoid miktarları tüm uygulama gruplarında azalmıştır. En önemli azalma ( $p < 0.05$ ) klb dışındaki tüm pigmentler için Buğday 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulamasında meydana gelmiştir (Şekil 3.3-6). Akhardal yaprağı fotosentetik pigment miktarlarında ise genel olarak uygulama gruplarında artış saptanmıştır (Şekil 3.6-10).

Allelopatik maddelerin fotosistem verimliliğini büyük ölçüde etkilediği düşünülmektedir (Einhellig, 1986; Gonzalez vd., 1997). Allelokimyasalların neden olduğu klorofil azalmasının biyosentez yolunda bloklanmaya veya klorofil bozunma mekanizmasının uyarılmasına bağlı olduğu belirtilmektedir (Erez, 2009).

Kamal (2011) çalışmasında yüksek oranda kullanılan ayçiçeği ekstraktlarının buğday tohum klorozuna neden olduğunu, bu durumun ayçiçeğindeki allelokimyasalların Mg-şellataz aktivitesi üzerine etkisinden kaynaklanıyor olabileceğini ifade etmiştir (Kamal, 2011).

Yabancı hardal ve akhardal fidelerinin prolin miktarı tüm uygulama gruplarında kontrole oranla artmıştır. En yüksek artışlar yabancı hardal bitkisinde Buğday 20 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su, akhardal bitkisinde Ayçiçeği 40 fide.100 ml<sup>-1</sup> distile su uygulamalarında meydana gelmiştir (Şekil 3.11-12).

Bulgularımızla uyumlu şekilde, ayçiçeği ekstraktlarındaki allelokimyasallar Margalla 99 ve Chakwall 97 buğday çeşitlerinin prolin miktarını önemli ölçüde arttırmıştır (Kamal, 2011). Osmoregulator rolüne ilave olarak diğer çözünebilir organik bileşikler gibi prolin de osmo-koruyucu olarak etki edebilmektedir (Kameli ve Lösel, 1995). Sonuçlarımızda



meydana gelen prolin artışının allelokimyasalların neden olduğu biyotik stresten kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ayçiçeği kök eksudatları hem yabancı hardalın hem de akhardalın protein miktarını azaltırken, buğday kök eksudatları yabancı hardalın protein miktarını artırmış, akhardalın protein miktarını azaltmıştır. Gromstor herbisitise her iki türde de protein artışı meydana getirmiştir (Şekil 3.13-14)

Bitkiler, enzim inhibitörleri, fenol biyosentez enzimleri, hidrolazlar, moleküler şaperonlar ve yapısal proteinler gibi normal hücre proteinlerinin yanı sıra stres koşullarına direnç ya da toleransı sağlayan özel proteinlere de sahiptirler (Özen ve Onay, 2007). Biyotik ve abiyotik stres koşullarında yapısal proteinlerin bir kısmı yıkılabilirken, özel stres proteinleri sentezlenebilmektedir.

Allelokimyasallar üzerine yapılan bir çalışmada ayçiçeği ekstraktları uygulanan yapraklardaki protein içeriğinin artırdığı saptanmıştır. Bu durum ABA'nın protein birikimi üzerindeki olumlu etkisinden kaynaklanabilir. Guerrero ve Mullet (1986) ve Schmitz vd. (2000) de gelişmekte olan tohumlarda protein sentezinin ABA tarafından teşvik edildiğini, Zhang vd. (2001) ABA konsantrasyonunun artmasıyla protein fosforilasyonunun arttığını ifade etmiştir. Bartels ve Sunkar (2005) ile Ingram ve Bartels (1996) dehidrasyon esnasında hücre hasarı önlemede görevli LEA proteinleri artışı üzerinde durmuşlardır.

SOD enzim aktivitesi yabancı hardalda ayçiçeği kök eksudat uygulamalarıyla artarken diğer uygulamalarda azalmıştır. Akhardalda ise ticari herbisit uygulaması dışındaki uygulamalarda aktivite artışı belirlenmiştir (Şekil 3.16).

Bitkilerde biyotik ve abiyotik streslerin neden olduğu reaktif oksijen türlerini ortadan kaldırmak için antioksidan enzim üretiminin arttığı bilinen bir gerçektir (Apel ve Hirt, 2004; Niakan ve Saberi, 2009; Turkyılmaz Ünal, 2013). Düşük konsantrasyonlarda enzim aktivite artışına neden olan allelokimyasallar, yüksek konsantrasyonlarda aktiviteyi olumsuz etkileyebilir.

Yapılan çalışmalarda birçok bitkinin süperoksit dismutaz ve peroksidaz aktivitesinin allelokimyasallarca etkilendiği, allelokimyasal maddelerden kaynaklanan hasar derecesinin, SOD ve PO aktivitelerinin artışı ile negatif korelasyona sahip olduğu tespit edilmiştir (Chowdhury ve Choudhuri, 1985). Allelokimyasal stresi altında SOD ve PO aktivitelerinin arttığı Kamal (2011) ve Wang vd. (2002)'nin çalışmalarında da gösterilmiştir.

Bir çalışmada ayçiçeği su ekstraktının (1:3) kontrole oranla yabancı ot yoğunluğunu % 52 azalttığı ve buğday verimini % 100 arttırdığı saptanmış, yabancı otları baskılamak ve buğday verimliliğini arttırmak için ayçiçeği su ekstraktı önerilmiştir (Khan vd., 2017s). Allelopatik bitkiler yabancı ot yoğunluğu ve biyokütlesini % 19 ila % 49 arasında azaltmaktadır (Cheema ve Khaliq, 2000). Pamuk, ayçiçeği ve fasulye bu amaçla başarıyla kullanılmıştır. Yabancı ot kontrolünde allelopatik bitki ekstraktı % 15-25 oranında artış sağlamıştır (Cheema vd., 2013). Kombinasyon şeklinde kullanılan ekstraktlar (sorgum, ayçiçeği ve pirinç) yabancı otların kontrolünde daha etkili bulunmuştur (Cheema vd., 2003).

Narwal (1994), allelokimyasallara tepkilerin konsantrasyona bağlı olarak değiştiğini, belirli konsantrasyonlarda bazı türlerin gelişimini inhibe eden allelokimyasalların, farklı konsantrasyonlarda aynı ya da farklı türlerde stimüle edici etki gösterdiğini ifade etmiştir (Narwal, 1994). Allelopatik etkileşim yabancı ot yönetiminde kullanılacaksa, spesifik cevabın hangi konsantrasyonda ortaya çıktığı bilinmelidir. Ayrıca, çeşitli bitki parçaları, allelopatik potansiyelleri bakımından farklılık gösterebilir (Chon ve Kim, 2002; Economou vd., 2002).

Bu çalışmada ayçiçeği ve buğday kök eksudatlarının yabancı hardal ve akhardal yabancı otları üzerine allelopatik etkilere sahip olduğu yapılan ölçüm ve analizlerin sonucu ortaya konulmuştur. Ayçiçeği ve buğday kök eksudatlarının yabancı otlar üzerine allelopatik etkisinin incelendiği morfolojik ölçümlere dayalı çalışmalar mevcutken, fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerin incelenmesi yeni bir çalışma alanıdır. Allelopatik bitkilerin hedef bitkiler üzerindeki etkilerini anlayabilmek için bu alanda daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir. Bulgularımızın yapılacak çalışmalara temel bilgi kaynağı olacağı kanısındayız.

Ayrıca farklı konsantrasyonların, farklı bitki türleri ve bitki kısımlarının kullanıldığı, etken maddelerin saflaştırılarak uygulandığı çalışmaların allelopatik etkileşim konusunu daha fazla aydınlatacağını düşünmekteyiz.



## KAYNAKLAR

Abouziena, H. F., Shararafaida, A. A. and El-Desoki, E. R., "Efficacy of cultivar selectivity and weed control treatments on wheat yield and associated weeds in sandy soils", *World Journal of Agricultural Sciences* 4(3), 384-389, 2008.

Akıncı, S. and Akıncı, I. E., "Effect of nickel on germination and some seedling growth parameters in spinach (*Spinacia oleracea*)", *Ekoloji* 20(79), 69-76, 2011.

Al-Maskri, A. Y., Khan, M. M., Iqbal, M. J. and Abbas, M., "Germinability, vigour and electrical conductivity changes in acceleratedly aged watermelon (*Citrullus lanatus* T.) seeds", *Journal of Food, Agriculture and Environment* 2(3-4), 100-103, 2004.

Al Hamdi, B., Olofsdotter, M. and Streibig, J. C., "Laboratory bioassay for phytotoxicity", *Agronomy Journal* 93(1), 43-48, 2001.

Alam, S. M. and Azmi, A. R., "Effect of phosphorus on growth and rice plant nutrient content", *International Rice Research Newsletter* 14(1), 20-27, 1989.

Alsaadawi, I. S., Sarbout, A. K. and Al-Shamma, L. M., "Differential allelopathic potential of sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes on weeds and wheat (*Triticum aestivum* L.) crop", *Archives of Agronomy and Soil Science* 58(10), 1139-1148, 2012.

Altieri, M. A., Letourneau, D. K. and Davis, J. R., "Developing sustainable agroecosystems", *BioScience* 33(1), 45-49, 1983.

Andersson, L., "Effects of dose and application timing on the seed production of three weed species treated with MCPA or tribenuron-methyl", *Weed Research* 35(2), 67-74, 1995.

Anjum, T. and Bajwa, R., "Screening of sunflower varieties for their herbicidal potential against common weeds of wheat", *Journal of Sustainable Agriculture* 32(2), 213-229, 2008.

Anjum, T., Stevenson, P., Hall, D. and Bajwa, R., "Allelopathic potential of sunflower (*Helianthus annuus* L.) as a natural herbicide", *4th World Congress on Allelopathy*, s. 65, 26 August, 2005.

Apel, K. and Hirt, H., "Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction", *Annual Review of Plant Biology* 55, 373-399, 2004.

Arora, K., Mickelson, S. K. and Baker, J. L., "Effectiveness of vegetated buffer strips in reducing pesticide transport in simulated runoff", *Transactions of the ASAE* 46(3), 635-646, 2003.

Ashrafi, Z. Y., Sadeghi, S., Mashhadi, H. R. and Hassan, M. A., "Allelopathic effects of sunflower (*Helianthus annuus*) on germination and growth of wild barley (*Hordeum spontaneum*)", *Journal of Agricultural Technology* 4(1), 219-229, 2008.

Awan, I. U., Khan, M. A., Zareef, M. and Khan, E. A., "Weed management in sunflower with allelopathic water extract and reduced doses of a herbicide", *Pakistan Journal of Weed Science Research* 15, 19-30, 2009.

Basile, A., Cobianchi, R. C., Rigano, D., Senatore, F., Bruno, M., Rosselli, S., Conte, B. and Sorbo, S., "Potential allelopathic activity of *Sideritis italica* (Miller) greuter et burdet essential oil", *Plant Biosystems* 145(1), 241-247, 2011.

Başaran, M. S. ve Serim, A. T., "Herbisitlerin toprakta parçalanması", *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 24(2), 54-61, 2010.

Bates, L. S., Waldren, R. P. and Teare, I. D., "Rapid determination of free proline for water-stress studies", *Plant and Soil* 39(1), 205-207, 1973.

Batish, D. R., Lavanya, K., Singh, H. P. and Kohli, R. K., "Phenolic allelochemicals released by *Chenopodium murale* affect the growth, nodulation and macromolecule content in chickpea and pea", *Plant Growth Regulation* 51(2), 119-128, 2007.

Batish, D. R., Singh, H. P. and Kaur, S., "Crop allelopathy and its role in ecological agriculture", *Journal of Crop Production* 4(2), 121-161, 2001.

Batish, D. R., Singh, H. P., Saxena, D. B. and Kohli, R. K., "Weed suppressing ability of parthenin a sesquiterpene lactone from *Parthenium hysterophorus*", *New Zealand Plant Protection* 55, 218-221, 2002.

Baydar, H., Tıbbi ve aromatik bitkiler bilimi ve teknolojisi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları*, Isparta, 2016.

Beckie, H. J., "Herbicide-resistant weeds: management tactics and practices", *Weed Technology* 20(3), 793-814, 2006.

Bell, A. A., "Plant pathology as influenced by allelopathy", *Report of the research planing conference on the role of secondary compounds in plant interactions (allelopathy)*, Missisipi, USA, s. 64-95, 15-19 May, 1977.

Bhowmik, P. C. and Doll, J. D., "Allelopathic effects of annual weed residues on growth and nutrient uptake of corn and soybeans", *Agronomy Journal* 76(3), 383-388, 1984.

Bogatek, R., Gniazdowska, A., Zakrzewska, W., Oracz, K. and Gawronski, S., "Allelopathic effects of sunflower extracts on mustard seed germination and seedling growth", *Biologia Plantarum* 50(1), 156-158, 2006.

Bradford, M. M., "A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding", *Analytical Biochemistry* 72(1-2), 248-254, 1976.

Bradow, J. M. and Connick, W. J., "Volatile seed germination inhibitors from plant residues", *Journal of Chemical Ecology* 16(3), 645-666, 1990.

Cheema, Z. A., Ahmad, S., Majeed, S. and Ahmad, N., "Allelopathic effects of wheat (*Triticum aestivum* L.) straw on germination and seedling growth of two weed species [*Convolvulus arvensis* and *Dactyloctenium aegyptium*] and cotton", *Pakistan Journal of Weed Science Research* 1(2), 118-122, 1988.

Cheema, Z. A., Farooq, M. and Khaliq, A., Application of allelopathy in crop production: success story from Pakistan In: Allelopathy, *Springer*, Berlin, Germany, 2013.

Cheema, Z. A., Jaffer, I. and Khaliq, A., "Reducing isoproturon dose in combination with Sorgaab for weed control in wheat", *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 2003.

Cheema, Z. A. and Khaliq, A., "Use of sorghum allelopathic properties to control weeds in irrigated wheat in a semi arid region of Punjab", *Agriculture, Ecosystems & Environment* 79(2), 105-112, 2000.

Chon, S. U., Jang, H. G., Kim, D. K., Kim, Y. M., Boo, H. O. and Kim, Y. J., "Allelopathic potential in lettuce (*Lactuca sativa* L.) plants", *Scientia Horticulturae* 106(3), 309-317, 2005.

Chon, S. U. and Kim, J. D., "Biological activity and quantification of suspected allelochemicals from alfalfa plant parts", *Journal of Agronomy and Crop Science* 188(4), 281-285, 2002.

Chowdhury, S. R. and Choudhuri, M. A., "Hydrogen peroxide metabolism as an index of water stress tolerance in jute", *Physiologia Plantarum* 65(4), 476-480, 1985.

Colquhoun, J. B., "Allelopathy in weeds and crops: myths and facts", *Aglime and Pest Management Conference*, Madison, Wisconsin, s. 318-320, 17-19 January, 2006.

Corbett, C. A. L. and Tardif, F. J., "Detection of resistance to acetolactate synthase inhibitors in weeds with emphasis on DNA-based techniques: a review", *Pest Management Science* 62(7), 584-597, 2006.

Daglish, C., "The determination and occurrence of a hydrojuglone glucoside in the walnut", *Biochemical Journal* 47(4), 458-464, 1950.

Davis, P. H., Flora of Turkey and East Aegean Islands, *Edinburg University Press*, London, 1965.

Delen, N., Durmuşoğlu, E., Güncan, A., Güngör, N., Turgut, C. ve Burçak, A., "Türkiye'de pestisit kullanımı, kalıntı ve organizmalarda duyarlılık azalışı sorunları", *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI Teknik Kongresi*, Ankara, s. 6-11, 3-7 Ocak, 2005.

Délye, C., Pernin, F. and Scarabel, L., "Evolution and diversity of the mechanisms endowing resistance to herbicides inhibiting acetolactate-synthase (ALS) in corn poppy (*Papaver rhoeas* L.)", *Plant Science* 180(2), 333-342, 2011.

Demirkan, H., "Herbisitlere dayanıklılık konusunda dünyada yapılmış bildirimlerin değerlendirilmesi", *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 46(1), 71-77, 2009.

Demiryürek, K., "Organik tarım kavramı ve organik tarımın dünya ve Türkiye'deki durumu", *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 28(1), 27-36, 2011.

Dias, L. S., "Allelopathic activity of decomposing straw of wheat and oat and associated soil on some crop species", *Soil and Tillage Research* 21(1-2), 113-120, 1991.

Duke, S. O., Lydon, J., Becerril, J. M., Sherman, T. D., Lehnen Jr, L. P. and Matsumoto, H., "Protoporphyrinogen oxidase-inhibiting herbicides", *Weed Science* 39(3), 465-473, 1991.

Duke, S. O., Scheffler, B. E. and Dayan, F. E., "Allelochemicals as Herbicides", *First European Oecd Allelopathy Symposium*, s. 47-59, 20 January, 2001.

Economou, G., Tzakou, O., Gani, A., Yannitsaros, A. and Bilalis, D., "Allelopathic effect of *Conyza albida* on *Avena sativa* and *Spirodela polyrhiza*", *Journal of Agronomy and Crop Science* 188(4), 248-253, 2002.

Einhellig, F. A., Mechanisms and modes of action of allelochemicals, *John Wiley and sons*, New York, USA, 1986.

Einhellig, F. A. and Rasmussen, J. A., "Effects of three phenolic acids on chlorophyll content and growth of soybean and grain sorghum seedlings", *Journal of Chemical Ecology* 5(5), 815-824, 1979.

Erez, M. E., *Lepidium draba* L., *Acroptilon repens* L. D C., *Thymus kotchyanus* Boiss&Hohen. var. *kotchyanus*, *Inula peacockiana* (Aitch.&Hemsl.) Koravin, *Salvia kronenburgei* Rech. f. ve *Phlomis armeniaca* Wild. bitkilerinin allelopatik



potansiyellerinin araştırılması, Doktora Tezi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Van, s. 9-12, 2009.

Erkin, E. ve Kismir, A., "Dünya’da ve Türkiye’de tarım ilaçlarının kullanımı", *II. Ulusal Zirai Mücadele ilaçları Sempozyumu*, Ankara, s. 56, 18-20 Kasım, 1996.

FAO, Specifications and evaluations for plant protection products. Tribenuron-methyl, <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPP/Pesticid/Specs/docs/Pdf/new/Tribenuronmethyl.pdf>,

Farooq, M., Bramley, H., Palta, J. A. and Siddique, K. H. M., "Heat stress in wheat during reproductive and grain-filling phases", *Critical Reviews in Plant Sciences* 30(6), 491-507, 2011.

Flood, H. E. and Entz, M. H., "Effects of wheat, triticale and rye plant extracts on germination of navy bean (*Phaseolus vulgaris*) and selected weed species", *Canadian Journal of Plant Science* 89(5), 999-1002, 2009.

Funk, D. T., Case, P. J., Rietveld, W. and Phares, R. E., "Effects of juglone on the growth of coniferous seedlings", *Forest Science* 25(3), 452-454, 1979.

Gençtan, T., Tarımsal Ekoloji Ders Kitabı, *Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Tekirdağ, 2013.

Gonzalez, V. M., Kazimir, J., Nimbal, C., Weston, L. A. and Cheniae, G. M., "Inhibition of a photosystem II electron transfer reaction by the natural product sorgoleone", *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45(4), 1415-1421, 1997.

Gönen, O., Uygur, F. N. ve Üremiş, İ., "Çukurova’da herbisit kullanımının boyutları ve geleceğe yönelik görüşler", *II. Ulusal Zirai Mücadele İlaçları Sempozyumu*, s. 25, 18-20 Kasım, 1996.

Görmez, A., Bozarı, S., Yanmis, D., Gulluce, M., Agar, G. and Sahin, F., "The use of essential oils of *Origanum rotundifolium* as antimicrobial agent against plant pathogenic bacteria", *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 19(3), 656-663, 2016.

Guenzi, W. D., Kehr, W. R. and McCalla, T. M., "Water-soluble phytotoxic substances in alfalfa forage: variation with variety, cutting, year, and stage of growth", *Agronomy Journal* 56(5), 499-500, 1964.

Gussin, E. J. and Lynch, J. M., "Microbial fermentation of grass residues to organic acids as a factor in the establishment of new grass swards", *New phytologist* 89(3), 449-457, 1981.

Gülsoy, S., Özkan, K., Mert, A. and Eser, Y., "Chemical compounds of volatile oil obtained from fruit of Crimean Juniper (*Juniperus excelsa*) and leaves of Turkish plateau oregano (*Origanum minutiflorum*) and allelopathic effects on germination of Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*)", *Journal of Biological Diversity and Conservation* 1(2), 105-114, 2008.

Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M. T., Türkiye'nin bitkileri listesi (damarlı bitkiler), *Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği*, İstanbul, 2012.

Gürsoy, M., Balkan, A. ve Ulukan, H., "Bitkisel üretimde allelopati", *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 27(2), 115-122, 2013.

Hampton, J. G., "The ISTA perspective of seed vigor testing", *Journal of Seed Technology* 17(2), 105-109, 1993.

Harper, J. R. and Balke, N. E., "Characterization of the inhibition of K<sup>+</sup> absorption in oat roots by salicylic acid", *Plant Physiology* 68(6), 1349-1353, 1981.

Heap, I., International survey of herbicide-resistant weeds, <http://www.weedscience.org>, 10 Aralık 2017.

Hedge, R. S. and Miller, D. A., "Allelopathy and autotoxicity in alfalfa: characterization and effects of preceding crops and residue incorporation", *Crop Science* 30(6), 1255-1259, 1990.

Heinrichs, D. H., "Flooding tolerance of legumes", *Canadian Journal of Plant Science* 50(4), 435-438, 1970.

Inderjit, D. K. M. M. and L, F. C., Principles and practices in plant ecology-allelopathic interactions, *CRP Press*, Florida, USA, 1999.

Irons, S. M. and Burnside, O. C., "Competitive and allelopathic effects of sunflower (*Helianthus annuus*)", *Weed Science* 30(4), 372-377, 1982.

Jabran, K., Manipulation of allelopathic crops for weed control, *Springer*, Amsterdam, Netherlands, 2017.

Jalink, H. and Van Der Schoor, I. R., Seed calcular 2.2 user's guide, *Plant Research International*, Wageningen, Netherlands, 2000.

Jensen, A., "Influence of four vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on nutrient uptake and growth in barley (*Hordeum vulgare*)", *New Phytologist* 90(1), 45-50, 1982.

Jing Han, X., Dong, Y., Na Sun, X., Feng Li, X. and Qi Zheng, M., "Molecular basis of resistance to tribenuron-methyl in *Descurainia Sophia* (L.) populations from China", *Pesticide Biochemistry and Physiology* 104(1), 77-81, 2012.

Kamal, J., "Impact of allelopathy of sunflower (*Helianthus annuus* L.) roots extract on physiology of wheat (*Triticum aestivum* L.)", *African Journal of Biotechnology* 10(65), 14465-14477, 2011.

Kamal, J. and Bano, A., "Potential allelopathic effects of sunflower (*Helianthus annuus* L.) on microorganisms", *African Journal of Biotechnology* 7(22), 4208-4211, 2008.

Kamal, J. and Bano, A., "Efficiency of allelopathy of sunflower (*Helianthus annuus* L.) on physiology of wheat (*Triticum aestivum* L.)", *African Journal of Biotechnology* 8(15), 3555-3559, 2009.

Kameli, A. and Lösel, D. M., "Contribution of carbohydrates and other solutes to osmotic adjustment in wheat leaves under water stress", *Journal of Plant Physiology* 145(3), 363-366, 1995.

Karaaltın, S., İdikut, L., Uslu, Ö. S. ve Erol, A., "Zakkum Bitkisinin Kök, Gövde, Yaprak ve Tomurcuk Ekstraktların Fasulye ve Buğday Tohumlarının Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri", *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Journal of Science and Engineering* 7(1), 111-115, 2004.

Karakurt, H., Aslantaş, R. and Eşitken, A., "Tohum çimlenmesi ve bitki büyümesi üzerinde etkili olan çevresel faktörler ve bazı ön uygulamalar", *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 24(2), 115-128, 2010.

Khan, F., Khali, S. K., Rab, A., Khan, I. and Nawaz, H., "Allelopathic potential of sunflower extract on weeds density and wheat yield", *Pakistan Journal of Weed Science Research* 23(2), 979-985, 2017s.

Kocaçalışkan, İ., "Allelopatinin bitki fizyolojisindeki yeri ve önemi", *1. Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu*, Erzurum, s. 8, 01-04 Eylül, 2015.

Kohli, R. K., Batish, D. and Singh, H. P., "Allelopathy and its implications in agroecosystems", *Journal of Crop Production* 1(1), 169-202, 1997.

Könnecke, G., "Münavebe", *Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Yayın* 207, 29-31, 1976.

Kroschel, J., A technical manual for parasitic weed research and extension, *Springer Science & Business Media*, Amsterdam, Netherland, 2001.

Kuru, A., Kara, Y. ve Parlak, B., "Lavanta (*Lavandula angustifolia*)'nın sulu ekstraktlarının farklı konsantrasyonlarının fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve Buğday (*Triticum aestivum*) tohumları üzerindeki tohum çimlenmesi üzerindeki allelopatik etkisi", *1. Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu*, Erzurum, s. 93, 01-04 Eylül, 2015.

Lam, Y., Sze, C. W., Tong, Y., Ng, T. B., Tang, S. C. W., Ho, J. C. M., Xiang, Q., Lin, X. and Zhang, Y., "Research on the allelopathic potential of wheat", *Agricultural Sciences* 3(8), 979-985, 2012.

Langrell, S., Mary, S., Ciaian, P., Paloma, S. G., Shagaida, N., Yanbykh, R., Voight, P., Mishra, A. K., Tripathi, A. and Wang, H., The role of the Eurasian wheat belt to regional and global food security, *Directorate Growth & Innovation and JRC-Seville, Joint Research Centre*, Seville, Spain, 2015.

Leather, G. R., "Sunflowers (*Helianthus annuus*) are allelopathic to weeds", *Weed science* 31(1), 37-42, 1983.

Lemerle, D., Verbeek, B. and Coombes, N. E., "Interaction between wheat (*Triticum aestivum*) and diclofop to reduce the cost of annual ryegrass (*Lolium rigidum*) control", *Weed Science* 44, 634-639, 1996.

Li, C.-X., Feng, S.-L., Yun, S., Jiang, L.-N., Lu, X.-Y. and Hou, X.-L., "Effects of arsenic on seed germination and physiological activities of wheat seedlings", *Journal of Environmental Sciences* 19(6), 725-732, 2007.

Li, H., Wang, Q., Ruan, X., Pan, C. D., Zhang, J. C., Jiang, D. A. and Wang, G. G., "Biological activity and quantification of potential autotoxins from *Picea schrenkiana* leaves", *Allelopathy Journal* 27(2), 245-262, 2011.

Lodhi, M. A. K., Bilal, R. and Malik, K., "Allelopathy in agroecosystems: wheat phytotoxicity and its possible roles in crop rotation", *Journal of Chemical Ecology* 13(8), 1881-1891, 1987.

Macfarlane, M. J., Scott, D. and Jarvis, P., "Allelopathic effects of white clover 2. field investigations in tussock grasslands", *New Zealand Journal of Agricultural Research* 25(4), 511-518, 1982.

Macías, F. A., Molinillo, J. M. G., Varela, R. M. and Galindo, J. C. G., "Allelopathy a natural alternative for weed control", *Pest Management Science* 63(4), 327-348, 2007.

Mamolos, A. P. and Kalburtji, K. L., "Significance of allelopathy in crop rotation", *Journal of Crop Production* 4(2), 197-218, 2001.

Massey, A. B., "Antagonism of the walnuts (*Juglans nigra* L. and *J. cinerea* L.) in certain plant associations", *Phytopathology* 15, 773-784, 1925.

McDaniel, P. A., Regan, M. P., Brooks, E., Boll, J., Barndt, S., Falen, A., Young, S. K. and Hammel, J. E., "Linking fragipans, perched water tables, and catchment-scale hydrological processes", *Catena* 73(2), 166-173, 2008.

Mennan, H. and Zandstra, B. H., "Effect of wheat (*Triticum aestivum*) cultivars and seeding rate on yield loss from *Galium aparine* (cleavers)", *Crop Protection* 24(12), 1061-1067, 2005.

Miller, D., "The correlates of entrepreneurship in three types of firms", *Management Science* 29(7), 770-791, 1983.

Miller, S. D., Martin, D. A. and Alley, H. P., "Barley (*Hordeum vulgare*) response to herbicides applied at three growth stages", *Weed Technology* 2(1), 41-45, 1988.

Miri, H. R. and Armin, M., "The use of plant water extracts in order to reduce herbicide application in wheat", *European Journal of Experimental Biology* 3(5), 155-164, 2013.

Mishustin, B. N. and Naumova, A. N., "Secretion of toxic substances by alfalfa and their effect on cotton and soil microflora", *Izvestiia Akademii Nauk SSSR. Seriya Biologicheskaya* 6, 3-9, 1955.

Molisch, H., Einfluss einer pflanze auf die andere, allelopathie, 1937.

Mushtaq, M. N., Cheema, Z. A. and Khaliq, A., "Effects of mixture of allelopathic plant aqueous extracts on *Trianthema portulacastrum* L. weed", *Allelopathy Journal* 25(1), 205-212, 2010.

Narwal, S. S., Allelopathy in crop production, *Scientific Publishers*, Jodhpur, India, 1994.

Naseem, M., Aslam, M., Ansar, M. and Azhar, M., "Allelopathic effects of sunflower water extract on weed control and wheat productivity", *Pakistan Journal of Weed Science Research* 15(1), 107-116, 2009.

Nemli, G., Demirel, S., Gümüşkaya, E., Aslan, M. and Acar, C., "Feasibility of incorporating waste grass clippings (*Lolium perenne* L.) in particleboard composites", *Waste Management* 29(3), 1129-1131, 2009.

Niakan, M. and Saberi, K., "Effects of Eucalyptus allelopathy on growth characters and antioxidant enzymes activity in Phalaris weed", *Asian Journal of Plant Sciences* 8(6), 440-455, 2009.

Nikneshan, P., Karimmojeni, H., Moghanibashi, M. and Al-Sadat Hosseini, N., "Allelopathic potential of sunflower on weed management in safflower and wheat", *Australian Journal of Crop Science* 5(11), 1434-1446, 2011.

Oleszek, W. and Jurzysta, M., "The allelopathic potential of alfalfa root medicagenic acid glycosides and their fate in soil environments", *Plant and Soil* 98(1), 67-80, 1987.

Opoku, G., Vyn, T. J. and Swanton, C. J., "Modified no-till systems for corn following wheat on clay soils", *Agronomy Journal* 89(4), 549-556, 1997.

Oueslati, O., "Allelopathy in two durum wheat (*Triticum durum* L.) varieties", *Agriculture, Ecosystems & Environment* 96(1), 161-163, 2003.

Özen, H. Ç. and Onay, A., Bitki Fizyolojisi, *Nobel Yayın*, Ankara, 2007.

Peng, S.-L., Wen, J. and Guo, Q.-F., "Mechanism and active variety of allelochemicals", *Acta Botanica Sinica* 46(7), 757-766, 2004.

Perez, F. J., "Allelopathic effect of hydroxamic acids from cereals on *Avena sativa* and *A. fatua*", *Phytochemistry* 29(3), 773-776, 1990.

Petersen, E. E., Chemical reaction analysis, *Prentice Hall*, New Jersey, USA, 1965.

Prataviera, A. G., Kuniyuki, A. H. and Ryugo, K., "Growth inhibitors in xylem exudates of Persian walnuts (*Juglans regia* L.) and their possible role in graft failure", *Journal American Society for Horticultural Science (USA)* 108(6), 1043-1045, 1983.

Putnam, A. R., Weed allelopathy, *CRC Press*, Boca, Argentina, 1985.

Rawat, L. S., Maikhuri, R. K., Bahuguna, Y. M., Jha, N. K. and Phondani, P. C., "Sunflower allelopathy for weed control in agriculture systems", *Journal of Crop Science and Biotechnology* 20(1), 45-60, 2017.

Reichenberger, S., Bach, M., Skitschak, A. and Frede, H.-G., "Mitigation strategies to reduce pesticide inputs into ground-and surface water and their effectiveness; a review", *Science of the Total Environment* 384(1), 1-35, 2007.

Reigosa, M. J., Pedrol, N., Sanchez–Moreiras, A. M. and Gonzales, L., Stress and allelopathy. In: Allelopathy, from Molecules to Ecosystems, *Science Publishers*, Enfield, New Hampshire, USA, 2001.

Rice, E. L., Allelopathy, *Academic Press*, London, 1984.

Rice, E. L. and Pancholy, S. K., "Inhibition of nitrification by climax ecosystems. II. Additional evidence and possible role of tannins", *American Journal of Botany* 60, 691-702, 1973.

Rice, J., "Bandwidth choice for nonparametric regression", *The Annals of Statistics* 12(4), 1215-1230, 1984.

Rietveld, W. J., "Allelopathic effects of juglone on germination and growth of several herbaceous and woody species", *Journal of Chemical Ecology* 9(2), 295-308, 1983.

Rizvi, S. J. H., Haque, H., Singh, V. K. and Rizvi, V., A discipline called allelopathy In: Allelopathy, *Springer*, Amsterdam, Netherland, 1992.

Rizvi, S. J. H. and Rizvi, V., Allelopathy: Basic and Applied Aspects, *Chapman & Hall*, United Kingdom, 1992.



Rosario, J. M., Cruz-Hipolito, H., Smeda, R. J. and De Prado, R., "White mustard (*Sinapis alba*) resistance to ALS-inhibiting herbicides and alternative herbicides for control in Spain", *European Journal of Agronomy* 35(2), 57-62, 2011.

Royuela, M., Gonzalez, A., Arrese-Igor, C., Aparicio-Tejo, P. M. and Gonzalez-Murua, C., "Imazethapyr inhibition of acetolactate synthase in *Rhizobium* and its symbiosis with pea", *Pest Management Science* 52(4), 372-380, 1998.

Sadeghi, S., Rahnavard, A. and Ashrafi, Z. Y., "Allelopathic effect of *Helianthus annuus* (sunflower) on *Solanum nigrum* (blacknightshade) seed germination and growth in laboratory condition", *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants* 2, 32-37, 2010.

Saffari, M., Saffari, V. R. and Torabi-Sirchi, M. H., "Allelopathic appraisal effects of straw extract wheat varieties on the growth of corn", *African Journal of Biotechnology* 9(48), 8154-8160, 2010.

Saxena, A., Singh, D. V. and Joshi, N. L., "Autotoxic effects of pearl millet aqueous extracts on seed germination and seedling growth", *Journal of Arid Environments* 33(2), 255-260, 1996.

Segura-Aguilar, J., Hakman, I. and Rydström, J., "The effect of 5OH-1, 4-naphthoquinone on Norway spruce seeds during germination", *Plant Physiology* 100(4), 1955-1961, 1992.

Serim, A. T., Güzel, N. P. ve Türkteşmel, İ., "Allelopatik bitki ekstraktları ile herbisitlerin kullanımı", *Derim* 32(2), 225-236, 2015.

Serim, A. T. and Maden, S., "Effects of soil residues of sulfosulfuron and mesosulfuron methyl+ iodosulfuron methyl sodium on sunflower varieties", *Tarım Bilimleri Dergisi* 20(1), 1-9, 2014.

Shahid, M., Ahmad, B., Khattak, R. A., Hassan, G. and Khan, H., "Response of wheat and its weeds to different allelopathic plant water extracts", *Pakistan Journal of Weed Science Research* 12(2), 61-68, 2006.

Singh, H. P., Batish, D. R. and Kohli, R. K., "Allelopathy in agroecosystems: an overview", *Journal of Crop Production* 4(2), 1-41, 2001.

Singh, H. P., Batish, D. R. and Kohli, R. K., "Allelopathic interactions and allelochemicals: new possibilities for sustainable weed management", *Critical Reviews in Plant Sciences* 22(3-4), 239-311, 2003.

Sinkkonen, A., "Density dependent chemical interference an extension of the biological response model", *Journal of Chemical Ecology* 27(7), 1513-1523, 2001.

Sözeri, S., "Kontrollü koşullarda yonca (*Medicago sativa* L.)'nın yaprak ve kök su ekstraktları ile bitki materyalinin kekre (*Acroptilon repens* (L.) DC.) tohumlarının çimlenmesine, kök gözlerinin gelişimine allelopatik etkileri", *Türkiye Herboloji Dergisi* 6(2), 21-31, 2003.

Steinsiek, J. W., Oliver, L. R. and Collins, F. C., "Allelopathic potential of wheat (*Triticum aestivum*) straw on selected weed species", *Weed Science* 30(5), 495-497, 1982.

Temel, S. ve Tan, M., "Yem bitkilerinde allelopatik özellikler ve tarımsal ekosistemler üzerine etkileri/Allelopathy in forage crops and its effects on agroecosystems", *Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Dergisi* 35(2), 95-109, 2010.

Terzi, I. and Kocaccedil, I., "Alleviation of juglone stress by plant growth regulators in germination of cress seeds", *Scientific Research and Essays* 4(5), 436-439, 2009.

Topal, S., "Allelokimyasalların herbisit etkileri", *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* (25), 23-26, 2011.

Topal, S. and Kocaçalışkan, I., "Allelopathic effects of DOPA against four weed species", *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 11, 27-32, 2006.

Torra, J., Cirujeda, A., Taberner, A. and Recasens, J., "Evaluation of herbicides to manage herbicide-resistant corn poppy (*Papaver rhoeas*) in winter cereals", *Crop Protection* 29(7), 731-736, 2010.

Tukey, J. W., "Some selected quick and easy methods of statistical analysis", *Trans of New York Academy Science*, 88-97, 1954.

Turkyılmaz Ünal, B., "Effects of growth regulators on seed germination, seedling growth and some aspects of metabolism of Wheat under allelochemical stress", *Bangladesh Journal of Botany* 42(1), 65-72, 2013.

Tursun, N., Sivas ve yöresinde hasat şekline bağlı olarak buğday ürününe karışan yabancı ot tohumları üzerinde araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat, s. 7-9, 1995.

Türküsay, H. ve Onoğur, E., "Bazı bitki ekstraktlarının antifungal etkileri üzerine araştırmalar", *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 22, 267-271, 1996.

Türkyılmaz Ünal, B., İşlek, C., Ezer, T. ve Düzelten, Z., "*Cinclidotus pachylomoides* (Bryophyta)'in biber ve mısır bitkileri üzerine allelopatik etkileri", *Anatolian Bryology* 3(2), 58-67, 2017a.

Türkyılmaz Ünal, B., İşlek, C., Ezer, T. and Düzelten, Z., "Allelopathic effects of *Palustriella falcata* (Bryophyta) extracts on wildmustard plant", *International Journal of Agronomy and Agricultural Research* 11(4), 37-45, 2017b.

Uludağ, A. ve Demir, A., "Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde mercimek alanlarında bulunan parazit yabancı otlar", *Türkiye II. Herboloji Kongresi*, İzmir, s. 379, 01-04 Eylül, 1997.

Uluğ, E., Kadioğlu, İ. ve Üremiş, İ., Türkiye'nin yabancı otları ve bazı özellikleri, *T C Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, Adana, 1993.

Üremiş, İ. and Gökcalp, Ö., "Mardin'de buğday ürününe karışan yabancı ot tohumlarının belirlenmesi", *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 20(1), 23-30, 2015.

Van Wees, S. and Glazebrook, J., "Loss of non-host resistance of Arabidopsis NahG to Pseudomonas syringae pv. phaseolicola is due to degradation products of salicylic acid", *The Plant Journal* 33(4), 733-742, 2003.

Vianello, M., Vischetti, C., Scarponi, L. and Zanin, G., "Herbicide losses in runoff events from a field with a low slope: role of a vegetative filter strip", *Chemosphere* 61(5), 717-725, 2005.

Vyvyan, J. R., "Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals", *Tetrahedron* 58(9), 1631-1646, 2002.

Wardle, D. A., Ahmed, M. and Nicholson, K. S., "Allelopathic influence of nodding thistle (*Carduus nutans* L.) seeds on germination and radicle growth of pasture plants", *New Zealand Journal of Agricultural Research* 34(2), 185-191, 1991.

Webster, R. K. and Butler, E. E., "A morphological and biological concept of the species *Ceratocystis fimbriata*", *Canadian Journal of Botany* 45(9), 1457-1468, 1967.

Weih, M., Didon, U. M. E., Rönnerberg-Wästljung, A. C. and Björkman, C., "Integrated agricultural research and crop breeding: Allelopathic weed control in cereals and long-term productivity in perennial biomass crops", *Agricultural Systems* 97(3), 99-107, 2008.

White, R. H., Worsham, A. D. and Blum, U., "Allelopathic potential of legume debris and aqueous extracts", *Weed Science* 37(5), 674-679, 1989.

Witham, F. H., Blayles, D. F. and Devlin, R. M., Experiments in plant physiology, *Van Nostrand Reinhold Company*, New York, USA, 1971.

Wu, H., Pratley, J., Ma, W. and Haig, T., "Quantitative trait loci and molecular markers associated with wheat allelopathy", *Theoretical and Applied Genetics* 107(8), 1477-1481, 2003.

Yakıt, S. ve Tuna, A. L., "Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri üzerine Ca, Mg ve K'nın etkileri", *Mediterranean Agricultural Sciences* 19(1), 59-67, 2006.

Yolcu, H., Bayram, B. ve Aksakal, V., "Dünya organik tarımsal üretiminde Avrupa'nın yeri", *Erzincan University Journal of Science and Technology* 1(2), 155-170, 2008.

Zhang, T., Wu, A. P., He, M., Chen, C. P. and Nie, L. W., "The allelopathy and its mechanism of phenolic acids on water-bloom algae", *China Environmental Science Chinese Edition* 27(4), 472-480, 2007.

Zuo, J. and Zhao, Z.-Y., "Green building research current status and future agenda: A review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 30, 271-281, 2014.

Zuo, S. P., Ma, Y., Deng, X. P. and Li, X. W., "Allelopathy in wheat genotypes during the germination and seedling stages", *Allelopathy Journal* 15(1), 21-30, 2005.

## ÖZ GEÇMİŞ

Mustafa Bayram 25.01.1990 tarihinde Kayseri’de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Aksaray’da, liseyi Osmaniye’de tamamladı. Haziran 2013 tarihinde Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünden mezun oldu. Kasım 2013 ve Ağustos 2017 tarihleri arasında T.C Ziraat Bankası’nda çalıştı. Eylül 2015 tarihinde Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi’nde yüksek lisans eğitimine başladı. Ağustos 2017’de ise Ağrı Tutak’a Fen Bilimleri Öğretmeni olarak atandı ve halen orada görevini sürdürmekte, lisansüstü eğitime de devam etmektedir.

