



<http://dergipark.gov.tr/anatolianbryology>

DOI: 10.26672/anatolianbryology.639352

Anatolian Bryology  
Anadolu Briyoloji Dergisi  
**Research Article**  
e-ISSN:2458-8474 Online

## ***Plagiomnium undulatum* (Bryopsida) Ekstraktlarının Yabani Yulaf'ın Fide Gelişimi Üzerine Allelopatik Etkisi**

Zeynep DÜZELTEN BALLI<sup>1</sup> , Tülay EZER<sup>2,3</sup> ,  
Bengü TÜRKYILMAZ ÜNAL<sup>\*1</sup> , Cemil İŞLEK<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoteknoloji Bölümü, Niğde, TÜRKİYE

<sup>2</sup> Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Niğde, TÜRKİYE

<sup>3</sup> Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Niğde, TÜRKİYE

Received: 28.10.2019

Revised: 29.11.2019

Accepted: 04.12.2019

### Öz

Yabancı otlar, kültür bitkileriyle bitki besin maddeleri, ışık, su ve yer için rekabet ederek ürün kayıplarına sebep olmaktadır. Yabani yulaf (*Avena sterilis* L.) tahıllarda yüksek oranda verim kaybına yol açan bir yabancı ottur. Organik tarımın önem kazanmasıyla yabancı otlarla biyolojik mücadele artmıştır. Bu çalışmada, kontrollü koşullarda yetiştirilen *A. sterilis* fidelerine, bir karayosunu türü olan *Plagiomnium undulatum* ekstraktları uygulanmıştır. Gelişen fidelerde fotosentetik pigment miktarı, prolin konsantrasyonu, toplam protein miktarı ve antioksidan enzim aktivitesi analizleri yapılmıştır. Negatif kontrollerine oranla klorofil ve protein miktarlarındaki azalmalara, prolin konsantrasyonu ve katalaz enzim aktivitesindeki artışlara ait veriler *P. undulatum*'un yabancı yulaf üzerinde allelopatik etkiye sahip olduğunu kanıtlamakta, yapılacak ilave çalışmalarla yabancı ot kontrolünde kullanılabilecek alternatif bir yol olabileceğini düşündürmektedir.

**Anahtar kelimeler:** *Avena sterilis*, Fotosentetik Pigmentler, Karayosunu, Katalaz, Prolin, Süperoksit Dismutaz, Toplam Protein

### **Allelopathic Effect of *Plagiomnium undulatum* (Bryopsida) Extracts on Wild Oat Seedling Growth**

#### Abstract

Weeds compete with crop plants for plant nutrients, light, water and space, causing crop losses. Wild oat (*Avena sterilis* L.) is a weed that causes high yield loss in cereals. As organic agriculture gained importance, biological control of weeds increased. In this study, extracts of *Plagiomnium undulatum*, a moss species, were applied to *A. sterilis* seedlings grown under controlled conditions. Photosynthetic pigment amount, proline concentration, total protein amount and antioxidant enzyme activities were analyzed in developing seedlings. The data of the decrease in chlorophyll and protein amounts, increase in proline concentration and catalase enzyme activity compared to negative controls prove that *P. undulatum* has an allelopathic effect on wild oats, suggesting that it may be an alternative way for weed control with additional studies.

**Key words:** *Avena sterilis*, Photosynthetic Pigments, Moss, Catalase, Proline, Superoxide Dismutase, Total Protein.

\* Corresponding author: [bturkyilmaz@ohu.edu.tr](mailto:bturkyilmaz@ohu.edu.tr)

© 2019 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Düzelten Ballı Z. Ezer T. Türkyılmaz Ünal B. İşlek C. 2019. Allelopathic Effect of *Plagiomnium undulatum* (Bryopsida) Extracts on Wild Oat Seedling Growth. *Anatolian Bryology*. 5:2, 130-137.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

## 1. Giriş

Önemli gıda maddelerinden biri olan buğday, en çok yetiştirilen kültür bitkisidir. Yabancı otların buğday ile rekabete girmesi her yıl % 25-35 arasında değişen ürün kayıplarına yol açmaktadır (Özer, 1993). Yabancı otların; ürün ve kalite kayıplarının yanı sıra, hastalıklara ve zararlılara konakçılık yapması, içerdiği zararlı bileşiklerin canlılarda ölümle sonuçlanan zehirlenmelere neden olması, üretimi ve hasadı zorlaştırması gibi etkileri de bulunmaktadır. Bu nedenle yabancı otlarla etkin mücadele önemli ve zorunlu hale gelmiştir (Gökçalp ve Üremiş, 2015).

Yabancı otların kontrolünde kullanılan en yaygın yöntem kimyasal mücadeledir (Hussain ve ark., 2014). Kullanımı kolay olduğu ve hızlı sonuç verdiği için yabancı otların verdikleri zararları minimum seviyeye düşürmek amacıyla herbisitlerle mücadele tercih edilmektedir. TÜİK (2016) verilerine göre; Türkiye’de 2014 yılında 7,79 ton herbisit kullanılmıştır. Ancak, herbisitler çevreyi ve insan sağlığını olumsuz etkiledikleri için en riskli tarımsal kimyasallardandır (Başaran ve Serim, 2010; McDaniel ve ark., 2008). Organik tarımın doğuşuyla kimyasal herbisitlere oranla doğada daha kolay parçalanan ve çevreyle dost olan alternatif biyolojik herbisit arayışları da hızlanmıştır (Bond ve Grundy, 2001). Bu kapsamda *Opuntia inermis* DC., *O. stricta* (Haw.) (kaktüs), *Hypericum perforatum* L. (sarı kantaron), *Eupatorium adenophorum* (Spreng.) (su güveyotu) ve *Eichhornia crassipes* (Mart.) (su sümbülü) gibi yüksek yapılı bitkiler kullanılmış (Önen, 2015) olup, briyofitlerin (karayosunları) kullanıldığı çalışmalar oldukça sınırlı kalmıştır.

Buğdayda yüksek oranda zarara sebep olan yabancı otlardan biri *Avena sterilis* L. (yabani yulaf)’tir. *A. sterilis*’in m<sup>2</sup>’de 3 adet bulunması % 2,98 ürün kaybına, m<sup>2</sup>’de 10 adet bulunması % 11,26’lık ürün kaybına sebep olmaktadır (Kadioğlu ve ark., 1993).

Bitkilerin yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek için habitatlarındaki diğer bireylerle rekabet etmeleri çeşitli yollarla (yağmurlarla yıkanma, buharlaşma ile yapraktan, çürümüş bitki kalıntılarından, kökten vb.) çevrelerine yaydıkları kimyasal maddeler sayesinde gerçekleşmektedir (Kılınç ve Kutbay, 2008; Sangeetha ve Baskar, 2015). Bu kimyasal maddeler bitkinin kök, kabuk, meyve ve yaprak gibi farklı kısımlarında var olan korunma, savunma, tozlaşma vb. durumlarda salınan allelopatik potansiyelli sekonder metabolitlerdir. Terpenler ve terpenoidler (izoterpenoidler),

fenolik bileşikler, alkaloidler, glikozitler ve saponinler başlıca sekonder metabolit gruplarıdır (Mammadov, 2014).

Briyofitler yaşadıkları ortamın ekolojik faktörlerini etkileme, vasküler vejetasyonun oluşumunda rol alma (Bates, 2009; Glime, 2009) ve çeşitli biyolojik streslerden korunabilme (Pascale ve ark., 2011; Sawant ve Karadge, 2014) gibi özelliklerini bünyelerinde buldukları sekonder metabolitlere borçludurlar. Yine bu kimyasallar briyofitlere büyümeyi düzenleyici aktivite, bazı yüksek yapılı bitkilerin gelişimini engelleme, hem toprağın şekillenmesi hem de toprağın verimini arttırma gibi fonksiyonlar da kazandırmıştır (Timmer, 1970; Huneck ve Schreiber, 1972; Asakawa ve ark., 1976; Bergamini ve ark., 2001).

Bu çalışmada, yabancı yulafın biyolojik kontrolü amacıyla bir briyofit türü olan *P. undulatum*’un üç farklı çözücü (distile su, etanol ve etil asetat) ve konsantrasyonda (0, 25 ve 50 mg. mL<sup>-1</sup>) hazırlanan ekstraktları yabancı yulaf fidelerine uygulanmıştır. Kontrol ve uygulama gruplarından alınan örneklerin fotosentetik pigment miktarları, prolin konsantrasyonları, toplam protein miktarları ve antioksidan enzim aktiviteleri (CAT ve SOD) belirlenmiştir. Elde edilen veriler sonucunda *P. undulatum*’un yabancı yulaf üzerinde allelopatik etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Bitkisel materyaller

Yabancı yulaf tohumları İmamoğlu (Adana) ilçesindeki tarlalardan toplanan örneklerden elde edilmiş olup bu örnekler Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Davis, 1970)’a göre tayin edilmiştir. *Plagiomnium undulatum* (Hedw.) T.J.Kop örnekleri 2015 Ağustos ayında yapılan arazi çalışması sırasında Kapuzbaşı Takım Şelalelerindeki (Yahyalı, Kayseri) kaya üzerleri ve ıslak topraklar üzerinden alınmıştır.

*P. undulatum* örnekleri temizlenerek distile su ile yıkanıp, kurumaya bırakılmış, ekstraktlar Onbaşılı ve ark. (2011)’nın yöntemine uygun olarak üç farklı çözücü (distile su, etanol ve etil asetat) ve konsantrasyonda (0, 25 ve 50 mg.mL<sup>-1</sup>) hazırlanmıştır. Kontrol 1 olarak yalnız distile su, Kontrol 2 olarak yalnız etanol ve Kontrol 3 olarak yalnız etil asetat uygulanmıştır.

## 2.2. Büyüme koşulları, deneysel tasarım ve örnekleme

3 tekrarlı tesadüfi deneme deseni kurulmuş, içlerinde torf bulunan saksılara (28x15 cm) yabancı yulaf tohumlarının ekimi yapıldıktan sonra sabit nem (% 50 ± 5), fotoperiyot (16: 8) ve sıcaklık (23 ± 2 °C) altında gün aşırı sulanmak suretiyle bitki büyüme odasında çimlenmeye bırakılmıştır. 20 günlük fidelere iki gün arayla her saksıya 100 mL olacak şekilde foliar yolla uygulamalar yapılmış, fideler 30 günlük olduklarında analizler için uygun miktarlarda tartılarak hasat edilmiştir.

## 2.3. Fizyolojik-biyokimyasal analizler ve istatistiki değerlendirme

Fotosentetik pigment miktarını belirlemek amacıyla Witham ve ark. (1971)'nin yöntemine uygun olarak hazırlanan ekstraktların VIS Spektrofotometrede 663 nm, 645 nm ve 450 nm'lerde absorbans değerleri ölçülmüştür. Yöntemdeki formüller kullanılarak 1 g yabancı yulaf yaprak dokusundaki klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid miktarları mg olarak hesaplanmıştır.

Prolin konsantrasyonunun belirlenmesi Bates ve ark. (1973)'nin yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Kontrol ve uygulama gruplarından 1'er g yabancı yulaf yaprağı 10 mL sülfosalisilik asitle (% 3'lük) homojenize edilmiş, elde edilen homojenat 24 saat süre ile serin ve karanlık bir ortamda bırakılmıştır. Mavi bant filtre kağıdından süzülerek elde edilen süzüntüye asit ninhidrin ve glasiyel asetik asit (2:2:2 mL) eklenip bir saat süresince su banyosunda 100 ° C'de tutulmuştur. Buz banyosunda reaksiyonun durdurulmasını takiben tüplerdeki çözeltilere 4'er mL soğuk toluen ilave edilerek karıştırılmış, yüzeyde kalan sıvı fazdan alınan fraksiyonun 520 nm'de spektrofotometrede absorbansı ölçülmüştür. Prolin konsantrasyonunu belirlemede prolin standartları (0.1, 0.2, 0.3, 0.4 ve 0.5 µmol) hazırlanmış, kalibrasyon eğrisinden yararlanarak prolin konsantrasyonu µmol prolin. g taze ağırlık<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

Toplam protein miktarı Bradford (1976) yöntemiyle belirlenmiştir. Bu yöntem uygun olarak, her gruptan 1'er g yabancı yulaf yaprağı alınmış, buz banyosunda 5 mL pH 7.8'lik 0.05 M sodyum-fosfat tamponunda ekstrakte edilmiştir. Elde edilen ekstraktlar soğutmalı santrifüjde 30 dakika süreyle 13000 rpm'de santrifüj edilmiştir. 100µL süpernatant alınarak üzerine 5 mL reaksiyon karışımı (Coomassie Brilliant Blue protein boyası içeren) ilave edilmiş ve 10 dakika

oda sıcaklığında bekletilmiştir. VIS Spektrofotometre kullanılarak 595 nm'deki absorbans değerleri tespit edilmiş, yabancı yulaf yapraklarındaki çözünebilir toplam protein miktarları, mg. g taze ağırlık<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

Katalaz (CAT) ve Süperoksit dismutaz (SOD) enzimlerinin aktivitelerinin belirlenmesinde kullanılacak ekstraktlar için yine her gruptan 1'er g yabancı yulaf örneği alınmıştır. Buz banyosunda CAT aktivitesinin belirlenmesinde içerisinde 1 mM EDTA bulunan 3 mL pH 7,6'lık 0,05 M sodyum-fosfat tamponunda; SOD aktivitesinin belirlenmesinde ise 1 mM EDTA bulunan 5 mL pH 7,8'lik 0,05 M sodyum-fosfat tamponunda ekstraksiyon yapılmıştır. Elde edilen ekstraktlar soğutmalı santrifüjde (13000 rpm'de) 30 dk süreyle santrifüj edilmiştir.

CAT enzim aktivitesi tayini için elde edilen süpernatantlara pH 7,0- 0,05 M sodyum-fosfat tamponu, 1 mM EDTA ve % 3 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ilave edilmiş, absorpsiyon değişimi Shimadzu UV 160A spektrofotometrede 240 nm dalga boyunda izlenmiştir. Spesifik enzim aktivitesi, enzim ünitesi mg protein. g taze ağırlık<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır (Bergmeyer, 1970).

SOD enziminin aktivitesi ise nitroblue tetrazolium'un fotokimyasal indirgenmesinin örneklerdeki SOD enzimi tarafından engellenmesine dayanan Beauchamp ve Fridovich (1971) yöntemi ile 560 nm'de belirlenmiştir.

Analiz verilerinin istatistiki değerlendirmesi Tukey testi ile p<0.05 önemlilik derecesinde yapılmıştır (Tukey, 1954).

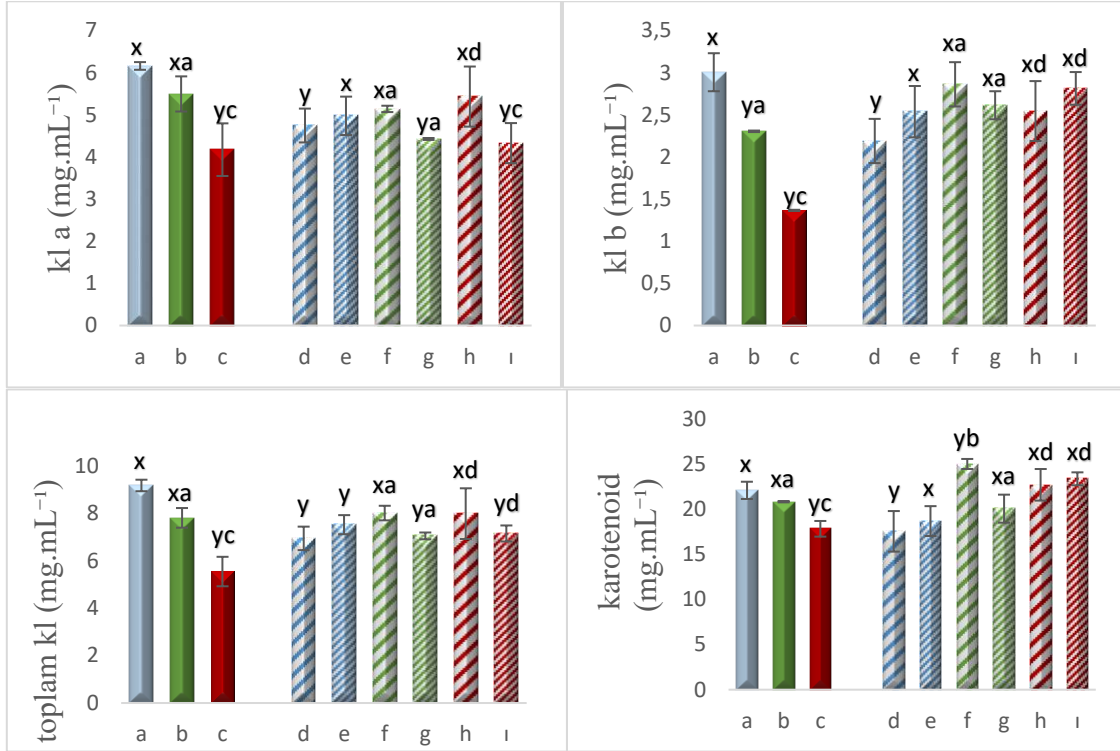
## 3. Bulgular

### 3.1. Fotosentetik pigment miktarları

Yabancı yulaf fidelerinin yapraklarındaki kla, klb ve toplam kl miktarları yalnız distile suyun kullanıldığı negatif Kontrol grubuna oranla Kontrol 2, Kontrol 3 ve tüm ekstrakt uygulamalarında azalmıştır. En fazla azalmalar kla'da % 32,26; klb'de % 54,55 ve toplam kl'de % 39,57 ile yalnız etil asetat uygulanan Kontrol 3 grubundadır (p<0.05). Karotenoid miktarlarında ise Kontrol 1'e oranla artış ve azalmalar tespit edilmiştir. Önemlilik derecesindeki azalmalar Kontrol 3 (% 19,28) ve 25 mg.mL<sup>-1</sup> *P. undulatum* distile su (% 20,55) uygulamalarındadır. Kla, klb ve toplam kl miktarlarında etanol uygulama grupları arasında önemlilik derecesinde farklılık bulunmazken, karotenoid miktarında Kontrol 2 ile 25 mg.mL<sup>-1</sup>

*P. undulatum* etanol uygulaması arasında farklılık tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Etil asetat uygulamalarında ise pigment miktarlarında kila miktarındaki  $50 \text{ mg.mL}^{-1}$  *P. undulatum* etil asetat

uygulaması dışındaki tüm uygulamalarda Kontrol 3 e oranla önemlilik derecesinde farklılık mevcuttur ( $p<0.05$ ) (Şekil 1).



Şekil 1. Yabani yulaf yapraklarındaki fotosentetik pigment miktarları.

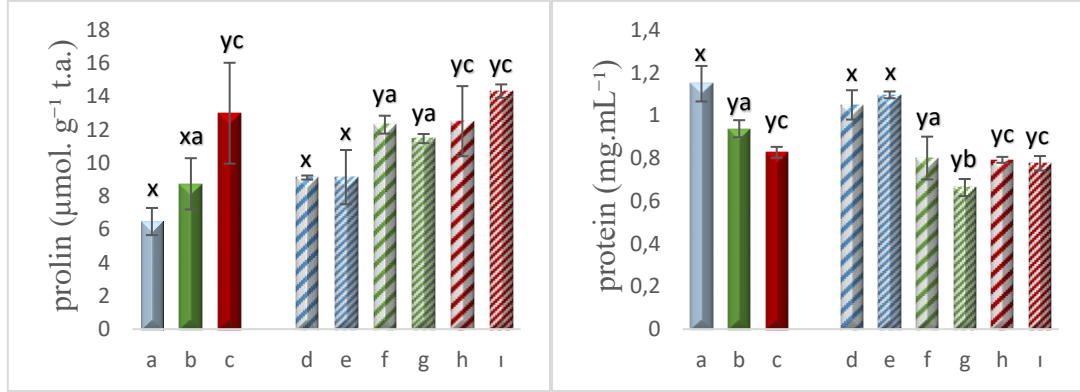
a: Kontrol 1 (distile su), b: Kontrol 2 (etanol), c: Kontrol 3 (etil asetat), d:  $25 \text{ mg.mL}^{-1}$  *P. undulatum* distile su, e:  $50 \text{ mg.mL}^{-1}$  *P. undulatum* distile su, f:  $25 \text{ mg.mL}^{-1}$  *P. undulatum* etanol, g:  $50 \text{ mg.mL}^{-1}$  *P. undulatum* etanol, h:  $25 \text{ mg.mL}^{-1}$  *P. undulatum* etil asetat, i:  $50 \text{ mg.mL}^{-1}$  *P. undulatum* etil asetat (n:3).

Kolonların Üzerindeki x,y Kontrol 1'e göre, a,b etanol uygulama grupları arasında; c,d etil asetat uygulama grupları arasında önemlilik derecesinde ( $p<0.05$ ) farklılığı ifade etmektedir.

### 3.2. Prolin konsantrasyonları ve protein miktarları

Yabani yulaf fidelerinde Kontrol 1'e oranla tüm uygulama gruplarında prolin konsantrasyonları

artarken protein miktarları azalmıştır. Prolin konsantrasyonundaki en fazla artış  $50 \text{ mg.mL}^{-1}$  *P. undulatum* etil asetat (% 121,22), protein miktarındaki en fazla azalma ise  $50 \text{ mg.mL}^{-1}$  *P. undulatum* etanol (% 42,32) uygulamalarında belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Kontrol 2 grubuna oranla etanol ekstraktlarının uygulama gruplarında prolin miktarındaki artışlar önemlilik derecesinde değilken, protein miktarında  $50 \text{ mg.mL}^{-1}$  *P. undulatum* etanol uygulamasındaki azalma önemlilik derecesindedir ( $p<0.05$ ). Kontrol 3 grubuna oranla etil asetat ekstraktlarının uygulandığı gruplarda prolin ve protein miktarlarındaki artma ve azalmalar yine önemlilik derecesinde değildir (Şekil 2).



Şekil 2. Yabani yulaf fidelerinde prolin ve toplam protein miktarları

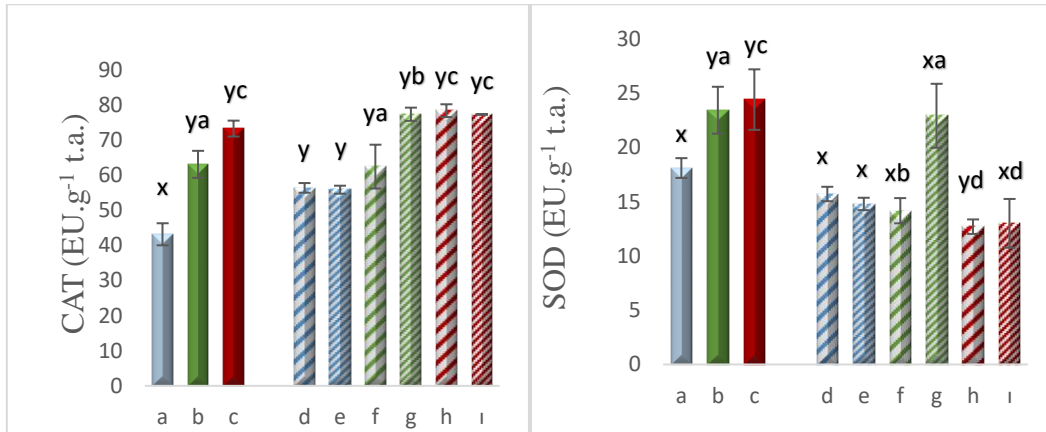
a: Kontrol 1 (distile su), b: Kontrol 2 (etanol), c: Kontrol 3 (etil asetat), d: 25 mg.mL<sup>-1</sup> *P. undulatum* distile su, e: 50 mg.mL<sup>-1</sup> *P. undulatum* distile su, f: 25 mg.mL<sup>-1</sup> *P. undulatum* etanol, g: 50 mg.mL<sup>-1</sup> *P. undulatum* etanol, h: 25 mg.mL<sup>-1</sup> *P. undulatum* etil asetat, i: 50 mg.mL<sup>-1</sup> *P. undulatum* etil asetat (n:3).

Kolonların üzerindeki x,y Kontrol 1'e göre, a,b etanol uygulama grupları arasında; c,d etil asetat uygulama grupları arasında önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı ifade etmektedir.

### 3.3. Antioksidan enzim aktiviteleri

Yabani yulaf fidelerinde CAT enzim aktivitesi verileri değerlendirildiğinde Kontrol 1'e göre tüm uygulama gruplarında önemlilik derecesinde artışlar saptanmıştır. En fazla artış % 81,54

(p<0.05) ile 25 mg.mL<sup>-1</sup> *P. undulatum* etil asetat uygulamasındadır. SOD enzim aktivitesi bulgularına bakıldığında ise Kontrol 2 ve Kontrol 3 ile 50 mg.mL<sup>-1</sup> *P. undulatum* etanol uygulama grubunda artışlar, diğer gruplarda azalmalar belirlenmiştir. En yüksek SOD enzim aktivitesi 24,407 EU.g<sup>-1</sup> t.a ile Kontrol 3'de, ve en düşük aktivite 12,696 EU.g<sup>-1</sup> t.a ile 25 mg.mL<sup>-1</sup> *P. undulatum* etil asetat uygulamasında saptanmıştır (p<0.05). Etanol ekstraktlarında Kontrol 2 ye oranla CAT aktivitesinde 50 mg.mL<sup>-1</sup> *P. undulatum* etanol, SOD aktivitesinde 25 mg.mL<sup>-1</sup> *P. undulatum* etanol uygulamalarında önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılık meydana gelmiştir. Etil asetat ekstraktlarında ise Kontrol 3'e oranla CAT aktivitesindeki artışlar önemlilik oluşturmazken, SOD aktivitesindeki azalmalar önemlilik derecesindedir (p<0.05).



Şekil 3. Yabani yulaf fidelerinde CAT ve SOD enzimlerinin aktiviteleri

a: Kontrol 1 (distile su), b: Kontrol 2 (etanol), c: Kontrol 3 (etil asetat), d: 25 mg.mL<sup>-1</sup> *P. undulatum* distile su, e: 50 mg.mL<sup>-1</sup> *P. undulatum* distile su, f: 25 mg.mL<sup>-1</sup> *P. undulatum* etanol, g: 50 mg.mL<sup>-1</sup> *P. undulatum* etanol, h: 25 mg.mL<sup>-1</sup> *P. undulatum* etil asetat, i: 50 mg.mL<sup>-1</sup> *P. undulatum* etil asetat (n:3).

Kolonların üzerindeki x,y Kontrol 1'e göre, a,b etanol uygulama grupları arasında; c,d etil asetat uygulama grupları arasında önemlilik derecesinde (p<0.05) farklılığı ifade etmektedir.

### 4. Tartışma ve Sonuç

Dünyanın hemen her yerinde ekimi yapılan ve bilinen en eski kültür bitkisi olan buğdayın ekim

alanlarına m<sup>2</sup>'deki yoğunluğuna bağlı olarak en fazla zararı veren yabancı ot türü yabancı yulafıtır (Gökalp ve Üremiş, 2015).

Yabancı ot kontrolünde allelokimyasallardan yararlanılacaksa hangi kimyasala hangi konsantrasyonda spesifik tepkinin verildiği belirlenmelidir. Farklı konsantrasyonlarda uygulanan allelokimyasallar bazı türlerin gelişimini engellerken bazı türlerin gelişimini teşvik edebilmektedir (Chon ve Kim, 2002; Narwal, 1994).

Çalışmada Kontrol 1'e oranla klorofil miktarları tüm uygulama gruplarında azalırken, karotenoid miktarlarında artma ve azalmalar tespit edilmiştir (Şekil 1). Türkyılmaz Ünal ve ark. (2017) tarafından *Cinclidotus pachylomoides*'in distile su ve etanol ile hazırlanan farklı konsantrasyonlardaki ekstraktları mısır ve biber fidelerine uygulanmıştır. Fotosentetik pigment miktarları kontrole oranla biberde yüksek konsantrasyonlu etanol ekstraktları hariç tüm uygulama gruplarında artarken, mısır fidelerinde tüm uygulama gruplarında azalmıştır. Aynı araştırmacılar, *Palustriella falcata*'nın farklı çözücü ve konsantrasyonlarda hazırladıkları ekstraktlarını yabancı yulafa uygulamışlar ve fotosentetik pigment miktarlarında artış ve azalmalar saptamışlardır (Türkyılmaz Ünal ve ark., 2018). *Palustriella decipiens* ekstraktlarını uyguladıkları bir çalışmada ise fotosentetik pigment miktarları biber yapraklarında artarken, mısır yapraklarında azalmıştır (Türkyılmaz Ünal ve ark., 2019). Fotosistem veriminin azalmasının allelopatik kimyasallar tarafından klorofil biyosentez yolunun bloklanması ya da klorofil bozulma mekanizmasının uyarılması sonucu olabileceği Erez (2009) tarafından ifade edilmiştir.

Yalnız çözücülerin ve *P. undulatum* ekstraktlarının uygulandığı grupların Kontrol 1'e oranla yabancı yulafıta prolin miktarlarını arttırdığı, protein miktarlarını azalttığı belirlenmiştir (Şekil 2). Elde edilen verilerle uyumlu olarak, *P. falcata*'nın farklı konsantrasyonlarda ve çözücülerde hazırlanan ekstraktlarının yabancı yulafa uygulandığı çalışmada prolin konsantrasyonunun etanollü ekstrakt uygulamaları hariç diğer uygulama gruplarında arttığı, toplam protein miktarının tüm uygulama gruplarında azaldığı rapor edilmiştir (Türkyılmaz Ünal ve ark., 2018). *P. undulatum* ekstraktlarının yabancı hardal üzerine etkisinin belirlendiği bir başka çalışmada ise yine prolin miktarlarının tüm uygulama gruplarında arttığı saptanmıştır (Düzelten Ballı ve ark., 2018). Stres

koşulları altında prolin konsantrasyonunun artması bitkinin stres faktörüne direncini göstermekte ve stres derecesinin belirlenmesini sağlamaktadır (Yakıt ve Tuna, 2006). Protein miktarındaki azalmanın ise, proteinlerin prolin gibi stres aminoasitlerine hidrolizine, serbest radikallerin protein yapılarını bozmasına ya da enzimlerin inaktive olması sonucu protein sentezini baskılamasına bağlı olabileceği bilinmektedir (Choudhury ve Panda, 2004; Jain ve ark., 2001; Sharma ve Dietz, 2006).

Uygulama grupları CAT enzim aktivitesinde artmalara, SOD enzim aktivitesinde artma ve azalmalara neden olmuştur (Şekil 3). Benzer şekilde *P. falcata*'nın yabancı yulaf CAT enzim aktivitesinde kontrole oranla artışlara neden olduğu belirlenmiştir (Türkyılmaz Ünal ve ark., 2018). Düzelten Ballı ve ark. (2018) ise *P. undulatum*'un yabancı hardalın SOD aktivitesini arttırdığını, CAT aktivitesinde ise artma ve azalmalara neden olduğunu saptamıştır. Bitkilerde stres kaynaklı reaktif oksijen türlerinin yok edilmesi için antioksidan enzimlerin üretimi artmaktadır (Apel ve Hirt, 2004; Niakan ve Saberi, 2009; Türkyılmaz Ünal, 2013). Allelokimyasallar, konsantrasyona bağlı olarak enzim aktivite artışına veya azalmasına neden olabilmektedir (Farhoudi ve Koreshnejad, 2012; Farhoudi ve Lee, 2013; Romero-Romero ve ark., 2005; Yu ve ark., 2003)

Yabancı ot mücadelesinde allelokimyasallardan yararlanma giderek önem kazanmaktadır. Allelokimyasallarca zengin içeriğe sahip olan briyofitlerin allelopatik etkileri konusunda özellikle çimlenme oranı ve morfolojik ölçümlere dayalı çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Allelokimyasalın etki mekanizmasının anlaşılabilmesi için gerekli olan ve sayısı neredeyse yok denecek kadar az olan fizyolojik, biyokimyasal ve genetik düzeydeki çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Fotosentetik pigment maddeleri ve toplam protein miktarlarındaki azalmalar, prolin konsantrasyonu ve katalaz enzim aktivitesindeki artışlar *P. undulatum* ekstraktlarının yabancı yulaf üzerinde allelopatik etkiye sahip olduğunu kanıtlamaktadır. Yabancı otlarla mücadelede briyofitlerin alternatif yöntem olarak kullanılabilmesi için farklı briyofit ekstraktlarının çeşitli yabancı ot ve kültür bitki türlerine uygulanacağı, değişik çözücü ve konsantrasyonların etkilerinin belirleneceği, etken maddelerin tespit ve izole edilerek uygulanacağı çalışmaların sayısının artırılması gerekmektedir.

**Teşekkür**

Bu çalışma TÜBİTAK TOVAG 1150923 No'lu proje ile Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmiş olup desteğinden dolayı teşekkür ederiz.

**Kaynaklar**

- Apel K. Hirt H. 2004. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. Annual Review of Plant Biology. 55, 373-399.
- Asakawa Y. Muller J. Ourisson G. Fousereau J. Ducombs G. 1976. Nouvelles lactones sesquiterpéniques de *Frullania* (Hépaticeae). Isolement, structures, propriétés allergisantes. Bulletin de la Société Chimique de France. 1465-1466.
- Başaran M.S. Serim A.T. 2010. Herbisitlerin toprakta parçalanması. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi. 24:2, 54-61.
- Bates J.W. 2009. Mineral nutrition and substratum ecology. Bryophyte Biology. Goffinet B. Shaw A.J. (Editors). Cambridge Univ. Press. p.p 299-356.
- Bates L.S. Waldren R.P. Teare I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil. 39:1, 205-207.
- Beauchamp C. Fridovich I. 1971. Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. Analytical Biochemistry. 44:1, 276-287.
- Bergamini A. Pauli D. Peintinger M. Schmid B. 2001. Relationships between productivity, number of shoots and number of species in bryophytes and vascular plants. Journal of Ecology. 89:6, 920-929.
- Bergmeyer N. 1970. Methoden der enzymatischen analyse. Akademie Verlag. 1, 636-647.
- Bond W. Grundy A.C. 2001. Non-chemical weed management in organic farming systems. Weed Research. 41:5, 383-405.
- Bradford M. 1976. 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.
- Chon S.U. Kim J.D. 2002. Biological activity and quantification of suspected allelochemicals from alfalfa plant parts. Journal of Agronomy and Crop Science. 188:4, 281-285.
- Choudhury S. Panda S.K. 2004. Induction of oxidative stress and ultrastructural changes in moss *Taxithelium nepalense* (Schwaegr.) Broth. under lead and arsenic phytotoxicity. Current Science. 1, 342-348.
- Davis P.H. 1970. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh University Press.
- Düzelten Ballı Z. Ezer T. Türkyılmaz Ünal B. İşlek C. 2018. Effects of *Plagiomnium undulatum* (Bryophyta) Extracts on Seedling Growth of *Sinapis arvensis*. Anatolian Bryology. 4:2, 84-91.
- Erez M.E. 2009. *Lepidium draba* L., *Acroptilon repens* (L.) DC., *Thymus kotchyanus* Boiss&Hohen. var. *kotchyanus*, *Inula peacockiana* (Aitch.&Hemsl.) Koravin, *Salvia kronenburgei* Rech. f. ve *Phlomis armeniaca* Wild. Bitkilerinin Allelopatik Potansiyellerinin Araştırılması [Doktora]. Van: Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Farhoudi R. Koreshnejad N. 2012. Effect of Allelopathic extracts of wheat (*T. aestivum* cv Chamran) on germination, vegetative growth, cell membrane damage, a-amylase and sucrose synthesis activity of *Avena ludoviciana*. Iranian Plant Protection. 12, 16-24.
- Farhoudi R. Lee D.J. 2013. Allelopathic effects of barley extract (*Hordeum vulgare*) on sucrose synthase activity, lipid peroxidation and antioxidant enzymatic activities of *Hordeum spontaneum* and *Avena ludoviciana*. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences. 83:3, 447-452.
- Glime J.M. Bryophyte Ecology. 2009. Websites: www.bryoecol.mtu.edu, [Erişim: 05 Mart 2017].
- Gökalp Ö. Üremiş İ. 2015. Mardin'de buğday ürününe karışan yabancı ot tohumlarının belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 20:1, 23-30.
- Huneck S. Schreiber K. 1972. Wachstumsregulatorische eigenschaften von flechten-und moos-inhaltsstoffen. Phytochemistry. 11:8, 2429-2434.
- Hussain S. Hassan F. Rasheed M. Ali S. Ahmed M. 2014. Effects of allelopathic crop water extracts and their combinations on weeds and yield of rainfed wheat. Journal of Food, Agriculture & Environment. 12:3-4, 161-167.
- Jain M. Mathur G. Koul S. Sarin N. 2001. Ameliorative effects of proline on salt stress-induced lipid peroxidation in cell lines of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Plant Cell Reports. 20:5, 463-468.
- Kadıoğlu İ. Uluğ E. Üremiş İ. Uygur F.N. Boz Ö. 1993. Çukurova Buğday Ekim

- Alanlarında Görülen Yabani Yulaf (*Avena sterilis* L.)'ın Ekonomik Zarar Eşiği Üzerinde Araştırmalar. Türkiye I Herboloji Kongresi. Adana. p. 249-255.
- Kılınç M. Kutbay H.G. 2008. Bitki Ekolojisi. Palme Yayıncılık. Ankara.
- Mammadov R. 2014. Tohumlu Bitkilerde Sekonder Metabolitler. Nobel Akademik Yayıncılık. Ankara.
- McDaniel P.A. Regan M.P. Brooks E. Boll J. Barndt S. Falen A. Young S.K. Hammel J.E. 2008. Linking fragipans, perched water tables, and catchment-scale hydrological processes. *Catena*. 73:2, 166-173.
- Narwal S.S. 1994. Allelopathy in crop production. Indian Scientific Publishers. India.
- Niakan M.,Saber K. 2009. Effects of *Eucalyptus* allelopathy on growth characters and antioxidant enzymes activity in *Phalaris* weed. *Asian Journal of Plant Sciences*. 8:6, 440.
- Onbaşılı D. Altuner E.M. Çelik G.Y. 2011. *Mnium marginatum* özütlerinin antimikrobiyal aktivitesi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. 11:2, 205-208.
- Önen H. 2015. Türkiye İstilacı Bitkiler Kataloğu. Ezgi Ofset Matbaacılık, Ankara.
- Özer Z. 1993. Niçin yabancı ot bilimi (Herboloji). Türkiye I Herboloji Kongresi. Adana. p 1-7.
- Pascale M. David J.B. William G.L. 2011. Bryophytes display allelopathic interactions with tree species in native forest ecosystems. *Oikos*. 120:8, 1272-1280.
- Romero-Romero T. Sanchez-Nieto S. SanJuan-Badillo A. Anaya A.L. Cruz-Ortega R. 2005. Comparative effects of allelochemical and water stress in roots of *Lycopersicon esculentum* Mill. (Solanaceae). *Plant Science*. 168:4, 1059-1066.
- Sangeetha C. Baskar P. 2015. Allelopathy in weed management: A critical review. *African Journal of Agricultural Research*. 10:9, 1004-1015.
- Sawant U.J. Karadge B.A. 2014. Review of bryophytes with special reference to eco-physiological studies, mineral elements, allelopathy and uses. *Indian Journal of Advances in Plant Research*. 1:1, 10-23.
- Sharma S.S. Dietz K.J. 2006. The significance of amino acids and amino acid-derived molecules in plant responses and adaptation to heavy metal stress. *Journal of Experimental Botany*. 57:4, 711-726.
- Timmer V.R. 1970. Observations on the mineral nutrition of feather mosses under black spruce. *Canadian Forest Service Report*. N-62.
- Tukey J.W. 1954. Some selected quick and easy methods of statistical analysis. *Transactions of the New York Academy of Sciences*. 88-97.
- Türkyılmaz Ünal B. 2013. 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.
- TÜİK. 2016. Websitesi: <http://www.tuik.gov.tr> [Erişim: 22 Şubat 2017].
- Türkyılmaz Ünal B. Düzelten Ballı Z. İşlek C. Ezer T. 2018. *Palustriella falcata* (Bryophyta) Ekstraktlarının Yabani Yulaf'ın Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametreleri Üzerine Etkisi. Uluslararası VI KOP Bölgesel Kalkınma Sempozyumu-UNIKOP. Konya-Türkiye. p. 995-1006.
- Türkyılmaz Ünal B. Ezer T. İşlek C. Düzelten Ballı Z. 2019. *Palustriella decipiens* (Bryophyta)'ın Biber ve Mısır'ın Gelişimi Üzerine Etkileri. International Turkic World Congress on Science and Engineering 17-18 June 2019, Niğde – Turkey. p. 92-100.
- Türkyılmaz Ünal B. İşlek C. Ezer T. Düzelten Z. 2017. *Cinclidotus pachylomoides* (Bryophyta)'ın Biber ve Mısır Bitkileri Üzerine Allelopatik Etkileri. *Anatolian Bryology*. 3:2, 58-67.
- Witham F.H. Blaydes D.F. Devlin R.M. 1971. *Experiments in Plant Physiology*. Van Nostrand Reinhold Company. New York.
- Yakıt S. Tuna A.L. 2006. Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri üzerine Ca, Mg ve K'nın etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 19:1, 59-67.
- Yu J.Q. Ye S.F. Zhang M.F. Hu W.H. 2003. Effects of root exudates and aqueous root extracts of cucumber (*Cucumis sativus*) and allelochemicals, on photosynthesis and antioxidant enzymes in cucumber. *Biochemical Systematics and Ecology*. 31:2, 129-139.